



M

2014

# **ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS DE NÃO CICLO NUMA LINHA DE PRODUÇÃO**

**CARINA MENDONÇA MARQUES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA  
À FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO EM  
ENGENHARIA INDUSTRIAL E GESTÃO

# **ESTUDO DE MÉTODOS E TEMPOS DE NÃO CICLO NUMA LINHA DE PRODUÇÃO**

*Carina Mendonça Marques*

## **Dissertação de Mestrado**

Orientador na FEUP: Prof. Eduardo José Rego Gil Costa

Orientador na Trecar S.A.: Dr. Nuno Filipe Teixeira Guedes Vieira



# **FEUP**

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão**

2014-07-15

*à minha Força Eletromotriz:*

*à minha Família!*

## Resumo

O presente projeto foi realizado numa indústria do setor automóvel com grande presença no mercado global e altamente competitivo e com uma forte aposta na melhoria contínua por forma a manter-se competitiva no preço, na qualidade e nos prazos de entrega, satisfazendo os seus colaboradores e clientes.

O foco principal deste projeto passou pela identificação das principais fontes de desperdício associadas a toda a linha de produção, pela proposta de sugestões de melhoria que visam o aumento da disponibilidade da linha produtiva e pela construção de fichas de *standardized work* que ilustram a melhor forma de desempenhar cada uma das tarefas realizadas pelos operadores em cada um dos postos de trabalho que constituem a linha de produção, através de uma análise exaustiva aos tempos e métodos de trabalho.

Com a realização deste projeto, a empresa possui uma lista de propostas de melhoria que visam o aumento da disponibilidade da linha de produção em cerca de 8,4% do tempo de abertura e uma redução dos custos anuais inerentes ao desperdício de matérias-primas e de produto acabado em cerca de 28.714 euros.

Adicionalmente, com as fichas de *standardized work* elaboradas, a empresa possui um conjunto de instruções de trabalho que cobrem toda a linha de produção, cumprindo atualmente com um dos indicadores exigidos pelo grupo em que se encontra inserida.

## **STUDY OF METHODS AND TIMES OF NO CYCLE IN A PRODUCTION LINE**

### **Abstract**

The present project was performed in a factory of automobile sector with major presence in global and high competitive market and turned to continuous improvement in order to keep competitive on price, quality and delivery schedules, satisfying their employees and customers.

The main goal of this project involved the identification of the main sources of waste associated with the entire production line, by the proposal of improvement suggestions aimed for the rising of availability of the productive line and by the creation of standardized work sheets that illustrate the best way of performing each of the tasks by operators in each job of the production line, through an exhaustive analysis of working times and methods.

With this project, the company now possesses an improvement proposals list aimed for the raise of production line availability in about 8.4% of opening time and a reduction of annual costs in inherent waste of raw materials and final product in about 28.714 euros.

Additionally, with the standardized work sheets, the company has a set of work instructions which cover all production line, fulfilling with one of the demanded indicators by the company's group.

## **Agradecimentos**

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e à Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A., pelo acolhimento e ensinamentos que me proporcionaram.

Ao Nuno Vieira, orientador por parte da empresa, pela sua dedicação, disponibilidade, apoio e incentivo na concretização deste projeto.

A todas as pessoas da empresa, que estiveram envolvidas no projeto, nomeadamente ao grupo de melhoria contínua e ao Eng<sup>o</sup> Vaz Ribeiro.

Ao meu orientador por parte da faculdade, ao Prof. Eduardo Costa, por toda a disponibilidade, apoio e orientação ao longo deste projeto.

À minha família, aos meus pais e aos meus irmãos, por terem estado sempre presentes e a quem devo a oportunidade de terminar esta etapa da minha vida.

A ti, Vando Neto, por acreditares em mim, por toda a preocupação, sentido de humor e por todo o apoio imprescindível.

A todos os meus amigos que de alguma forma acompanharam este percurso comigo.

## Tabela de conteúdos

1	Introdução .....	1
1.1	Apresentação da Empresa.....	1
1.1.1	Grupo <i>Trèves</i> .....	1
1.1.2	Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A.....	2
1.2	Descrição do projeto na Empresa Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A. ....	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório .....	3
2	Enquadramento teórico .....	4
2.1	Filosofia <i>lean</i> .....	4
2.2	Os três pilares do <i>Kaizen</i> .....	6
2.2.1	<i>Standardized Work</i> .....	6
2.2.2	Metodologia dos 5S .....	8
2.2.3	Eliminação do <i>Muda</i> .....	9
2.3	Redução do tempo de <i>Setup</i> .....	11
2.3.1	SMED .....	11
2.3.2	<i>Hoshin</i> .....	12
3	Análise do processo produtivo .....	15
3.1	Contextualização.....	15
3.1.1	Descrição do produto.....	15
3.1.2	Descrição do processo produtivo.....	15
3.1.3	Indicadores .....	19
3.1.4	Sistemas de informação de suporte .....	19
3.2	Apresentação do problema .....	20
3.3	Recolha e Análise de dados.....	21
3.3.1	Posto 1 – Alimentação de espuma .....	21
3.3.2	Posto 2 – Alimentação de tecido .....	24
3.3.3	Posto 3 – <i>Foamizadora</i> .....	27
3.3.4	Posto 4 – Corte de ourelas .....	36
3.3.5	Posto 5 – Enrolamento .....	37
4	Propostas de melhoria .....	39
4.1	Equipas de trabalho e motivação dos trabalhadores .....	39
4.2	Aplicação das metodologias SMED, <i>Hoshin</i> e 5S.....	39
4.2.1	Alteração do Layout.....	40
4.2.2	Alteração da zona de embalagem e aquisição de um novo equipamento de transporte de cavaletes de tecido.....	40
4.2.3	Implementação de um aviso sonoro no posto de alimentação de espuma.....	41
4.2.4	Alteração do sistema de aspiração de orlas no posto do corte de ourelas .....	42
4.2.5	Redução do tempo de paragem para troca da terceira componente alimentada no posto da <i>foamizadora</i> .....	42
4.2.6	Eliminação da operação de mudança de tecido-espuma ou só de espuma .....	43
4.2.7	Aumento das ordens de fabrico .....	48
4.2.8	Externalização da tarefa de troca de lâmina.....	48
4.2.9	Redução do tempo de limpeza .....	49
4.2.10	Redução do tempo de medir espessura .....	49

4.2.11 Sistema de <i>galgagem</i> automática.....	50
4.3 Criação de fichas de <i>Standardized Work</i> .....	50
5 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	52
Referências .....	53
ANEXO A: Percentagem dos tempos de paragens discriminados em relação ao tempo total de paragens, entre Janeiro de 2013 e Março de 2014, dados recolhidos do MES-ATA .....	55
ANEXO B: Exemplo de uma ficha de registo de tempos.....	56
ANEXO C: Exemplo de uma dase de dados criada para tratamento dos tempos registados.....	57
ANEXO D: Identificação das entradas e saídas de matéria-prima ao longo da linha de produção .....	58
ANEXO E: Parques de rolos e de cavaletes antes e depois da alteração de <i>layout</i> .....	59
ANEXO F: Lista de tarefas do posto de alimentação de espuma para tirar tempos .....	60
ANEXO G: Análise dos dados recolhidos no posto de alimentação de espuma referentes às únicas paragens que devem ser realizadas com o acumulador parado .....	61
ANEXO H: Lista de tarefas do posto de alimentação de tecido para tirar tempos .....	62
ANEXO I: Análise dos dados recolhidos no posto de alimentação de tecido referentes às únicas paragens que devem ser realizadas com o acumulador parado .....	63
ANEXO J: Lista de tarefas do posto da <i>foamizadora</i> para tirar tempos .....	66
ANEXO K: Cenários para a <i>galgagem</i> dos cilindros.....	70
ANEXO L: Instrumento e “volante” de <i>galgagem</i> (separação dos cilindros) .....	71
ANEXO M: Cenários para a <i>galgagem</i> dos queimadores .....	72
ANEXO N: Lista de tarefas do posto de enrolamento para tirar tempos .....	73
ANEXO O: Tempos das tarefas realizadas com o sistema de enrolamento parado no posto de enrolamento e tarefas críticas.....	74
ANEXO P: Sugestões para aquisição de um equipamento de transporte de MP (tecido) e ganho associado à redução do tempo de paragem de mudança de cavalete .....	75
ANEXO Q: Ganho estimado com a redução do tempo de paragem para troca da terceira componente.....	76
ANEXO R: Esquematização da interface do sistema de controlo de metragem com o MES-ATA.....	77
ANEXO S: Sugestões para aquisição de conta-metros.....	78
ANEXO T1: Ganho de tempo estimado com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma .....	79
ANEXO T2: Outros ganhos estimados com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma.....	80
ANEXO U1: Estudo realizado à quantidade de ordens de fabrico inferiores a 200 metros .....	81



ANEXO U2: Ganho de tempo estimado com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma para OF superiores a 200 metros.....	82
ANEXO U3: Outros ganhos estimados com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma para OF superiores a 200 metros.....	83
ANEXO V: Criação de um quadro de espátulas para a tarefa de troca de lâminas .....	84
ANEXO W: Tempos de limpeza da espátula em contacto com os cilindros e respetivos ganhos.....	85
ANEXO X: Medidor de espessura adquirido .....	86
ANEXO Y1: Exemplo de um ficha de <i>Standardized Work</i> criada para a linha de <i>foamização</i> do posto da <i>foamizadora</i> .....	87
ANEXO Y2: Exemplo de um ficha de <i>Standardized Work</i> criada para a linha de <i>foamização</i> do posto de enrolamento.....	88

## Siglas

ATA – Atividade de têxtil e aspeto.

ASC – Atividade de componentes e assentos.

HAPP – Atividade habitáculo, acústica, insonorizantes e painéis de porta.

MES-ATA – *Manufacturing Execution System* da unidade produtiva ATA.

MP – Matéria-prima.

OEE – *Overall equipment effectiveness*.

OF – Ordem de fabrico.

SAP-ERP – Sistema integrado de gestão empresarial (*Enterprise Resource Planning*).

SGP – Sistema de Gestão de Paragens.

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*, é uma ferramenta *lean* usada com a finalidade de reduzir os tempos de *setup*.

TPS – Sistema de Produção da *Toyota*.

VA – Valor acrescentado.

VNA – Valor não acrescentado.

WIP – *Work in proces*, trabalho em curso.

## Índice de Figuras

Figura 1 – Componentes fabricados pelo grupo <i>Trêves</i> (Informação Trecar 2014).....	1
Figura 2 – Instalações da Trecar e as suas áreas de trabalho .....	2
Figura 3 – Os sete princípios <i>Lean Thinking</i> (Adaptado de Pinto 2009, pg.20) .....	5
Figura 4 – <i>Standardized Work</i> (Adaptado de Liker and Meier 2006, pg. 119) .....	7
Figura 5 – A metodologia dos 5S mais um sexto S de segurança (Adaptado de Pinto 2009, pg.78) ....	8
Figura 6 – Os 5MQS (Adaptado de Pinto 2009, pg.11, Imai 1996, pg.86, Hirano 2009, pg.153) .....	11
Figura 7 – Significado da palavra <i>Hoshin</i> (Informação Trecar 2014) .....	13
Figura 8 – <i>Foamizado</i> com duas componentes .....	15
Figura 9 – Linha de produção .....	16
Figura 10 – Máquina de inspeção de <i>foamizado</i> .....	16
Figura 11 – Posto1: Alimentação de espuma e acumulador de espuma .....	17
Figura 12 – Posto 2: Alimentação de tecido e acumulador de tecido.....	17
Figura 13 – Entrada de matéria-prima, de tecido e espuma e da terceira componente (espuma) respetivamente .....	17
Figura 14 – Processo de <i>foamização</i> .....	18
Figura 15 – Posto 4: Corte de ourelas .....	18
Figura 16 – Posto 5: Enrolamento .....	18
Figura 17 – OEE entre Janeiro de 2013 e Março de 2014 .....	20
Figura 18 – Rolos de espuma na zona de <i>picking</i> .....	22
Figura 19 – Tempos de paragem de mudança de tecido-espuma ou só de espuma .....	23
Figura 20 – Cavalete de matéria prima com um ou dois rolos por cavavele .....	24
Figura 21 – Matéria-prima em caixa na zona de <i>picking</i> .....	24
Figura 22 – Matéria-prima em palete na zona de <i>picking</i> .....	25
Figura 23 – Rolos de tecido na zona de <i>picking</i> e ferramenta de transporte de rolos .....	25
Figura 24 – Carro com rolos de tecido antes e depois de retirar o plástico .....	25
Figura 25 – Tempos de paragem referentes à mudança de cavalete .....	27
Figura 26 – Entrada e saída da terceira componente alimentada na <i>foamizadora</i> .....	27
Figura 27 – Entrada das componentes nos cilindros da <i>foamizadora</i> no processo de transformação	28
Figura 28 – Tempos da operação de limpeza simples e dupla .....	30
Figura 29 – Tempos da tarefa limpar cilindros e queimadores na operação de limpeza dupla .....	30
Figura 30 – Tempos da tarefa limpar cilindros e queimadores na operação de limpeza simples .....	31

Figura 31 – Tempos da tarefa de trocar lâmina da espátula integrada à operação de limpeza dupla.	31
Figura 32 – Tempos da tarefa de tirar fita do 3ºcilindro .....	31
Figura 33 – Tempos da tarefa de colocar fita no 3ºcilindro.....	31
Figura 34 - Cenário típico observado (ii) para uma <i>galgagem</i> dos cilindros e o cenário ótimo (iv).....	32
Figura 35 – Tempos da operação de troca de rolo de MP .....	33
Figura 36 – Posto do corte de ourelas .....	37
Figura 37 – Zona de <i>picking</i> de cavaletes de <i>foamizado</i> vazios e cheios.....	37
Figura 38 – Zona de embalagem dos rolos de tecido.....	41
Figura 39 – Tubos pneumáticos.....	43
Figura 40 – Representação dos comandos .....	45
Figura 41 – Interface visível aos operadores .....	45
Figura 42 – Zona para reposição de espátulas após limpeza .....	48
Figura 43- Fichas de <i>standardized work</i> .....	51

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tempos (segundos) e cenários de <i>galgagem</i> dos cilindros.....	32
Tabela 2 – Cenários e tempos (segundos) de <i>galgagem</i> dos dois queimadores.....	33
Tabela 3 – Cenários e tempos (segundos) de <i>galgagem</i> de um queimador .....	33
Tabela 4 – Descrição dos dois cenários de colocação de malha .....	34
Tabela 5 – Tempo e percentagem de ocorrências de colocação de malha para cada cenário .....	34
Tabela 6 – Tempos para os cenários de mudança de circuito .....	35
Tabela 7 – Métodos de trabalho diferentes para o cenário 2 .....	35
Tabela 8 – Tempos e ganhos da tarefa de tirar suporte vazio (cavalete).....	40

# 1 Introdução

A presente dissertação foi realizada na Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A. em São João da Madeira, na unidade produtiva ATA, Atividade de Têxtil e Aspeto, no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

## 1.1 Apresentação da Empresa

Nesta secção é feita uma breve apresentação da empresa Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A. e do grupo *Trèves* à qual esta pertence.

### 1.1.1 Grupo Trèves

O grupo *Trèves* tem origem francesa, tendo sido fundado em 1836 por *Adolphe Trèves*, sendo hoje um dos mais prestigiados grupos europeus do setor têxtil. O grupo conta com cerca de 7000 pessoas espalhadas pelo mundo e possui 43 fábricas em 20 países, com forte implementação em Portugal, Espanha, Inglaterra, Turquia, USA, Canadá, Argentina, China, Japão, Brasil, México e Índia (Informação Trecar 2014).

As empresas que constituem o grupo estão integradas verticalmente, por forma a garantir um fluxo adequado desde o desenvolvimento do produto até a sua expedição para o cliente. As empresas cumprem com o sistema de produção *just-in-time* com o intuito de aumentar os lucros da empresa, reduzir os custos e os prazos de entrega (Informação Trecar 2014).

*Just-in-time* significa que "Todos os processos produzem as peças necessárias no tempo necessário e que têm em conta apenas o *stock* mínimo necessário para manter o processo coeso" (Sugimori et al. 1977).

O grupo está fortemente orientado para o mercado da exportação e fabrica uma gama completa de produtos destinados ao interior do automóvel e ambiente acústico como pode ser observado na figura 1 (Informação Trecar 2014).



Figura 1 – Componentes fabricados pelo grupo *Trèves* (Informação Trecar 2014)

As empresas do grupo Trecar produzem para uma grande diversidade de marcas como: *Peugeot, Citroën, Renault, Nissan, Volkswagen, Seat, Skoda, BMW, Honda, Toyota, General Motors, Ford, Jaguar, Land Rover*, entre outras (Informação Trecar 2014).

O grupo Trecar possui um centro de investigação e desenvolvimento próprio designado por CERA (*CENTRE D'ETUDE ET DE RECHERCHE POUR L'AUTOMOBILIE*), localizado em Reims e fundado em 1993 (Informação Trecar 2014).

### 1.1.2 Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A.

A Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A. pertence ao grupo francês *Trèves*, foi fundada em 1982 e possui duas instalações industriais em Portugal (Informação Trecar 2014). Através da figura 2 é visível como está dividida a empresa e que áreas são abordadas nas duas instalações.

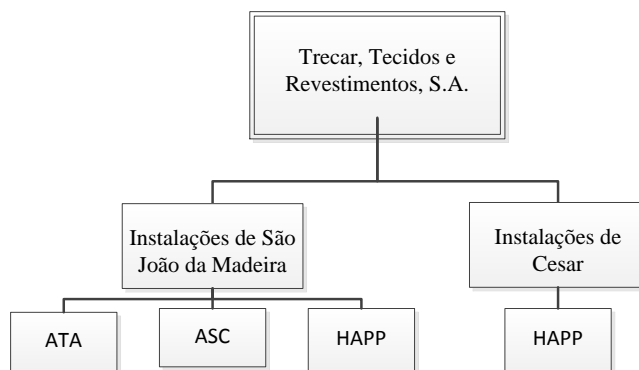


Figura 2 – Instalações da Trecar e as suas áreas de trabalho

A missão da empresa consiste em “Expandir e fortalecer a penetração da marca no mercado, através da produção e comercialização de produtos e serviços de alta qualidade ao mais baixo custo. Utilizar as nossas competências e desenvolver os nossos colaboradores para assegurar a satisfação do cliente, garantindo a rentabilidade dos investimentos” (Informação Trecar 2014).

Trata-se de uma empresa fornecedora da indústria automóvel com grande presença no mercado global e altamente competitiva. Todos os produtos da Trecar são utilizados nos interiores dos carros, nos bancos ou nos painéis de porta (Informação Trecar 2014).

A Trecar é certificada pelas seguintes normas (Informação Trecar 2014):

- ISO/TS 16949: 2009 – sistema de gestão da qualidade;
- ISO 14001: 2004 – sistema de gestão ambiental (Informação Trecar 2014).

Os principais clientes da Trecar são: a *Peugeot*, a *Citroën* e a *Renault* (Informação Trecar 2014).

## 1.2 Descrição do projeto na Empresa Trecar, Tecidos e Revestimentos S.A.

Atualmente, uma empresa para se manter competitiva deve apostar na melhoria contínua, e deve estar constantemente a inovar e a reajustar os seus processos de trabalho de acordo com as mudanças que vão surgindo no mercado.

O setor automóvel é um mercado com constantes oscilações. Aquilo que hoje é um sucesso amanhã poderá ser um fracasso, as necessidades e requisitos do cliente estão constantemente a mudar e uma empresa para conseguir acompanhar todas essas mudanças deve analisar o seu processo produtivo, torná-lo flexível e reajustá-lo sempre que necessário.

Este projeto de dissertação surge com essa finalidade, bem como pelo facto da empresa, aos dias de hoje, não conseguir ultrapassar um OEE de 50%. Assim torna-se pertinente observar o processo produtivo atual e identificar oportunidades de melhoria que possam trazer vantagens competitivas para a empresa.

Os objetivos deste projeto assentam:

- Numa análise das componentes de não ciclo nos postos de trabalho que constituem a linha de foamização;
- No estabelecimento de uma base de ideias que visem o aumento do *Overall equipment effectiveness* (OEE), no que respeita a um aumento da disponibilidade de máquina;
- Na construção de fichas de *standardized work* para toda a linha de produção.

### 1.3 Método seguido no projeto

O projeto iniciou-se com um período de integração na empresa com formação na área da melhoria contínua abordada pelo grupo e pela própria Trecar.

A metodologia seguida é constituída por duas grandes fases: análise do processo produtivo e propostas de melhoria.

A primeira fase, análise do processo produtivo, consistiu na recolha de informação no *gemba* e da sua análise. O *gemba* é um termo japonês que significa o local onde a ação ocorre (Imai 1996) referindo-se, neste caso de estudo, ao local onde os produtos são produzidos.

Nesta fase inicial procedeu-se à identificação das tarefas concebidas pelos operadores, do desperdício e das entradas e saídas de matérias para cada posto de trabalho da linha de produção. Seguidamente, foram desenvolvidas fichas para recolha de tempos de todas as tarefas desempenhadas pelos operadores assim como uma base de dados onde foram inseridos todos esses tempos com a finalidade de facilitar a sua análise *à posteriori*. Por fim, e após uma análise exaustiva, foram identificadas as principais causas de paragem da linha de produção.

A segunda fase da metodologia apresentada consistiu no desenvolvimento de uma lista de propostas de melhoria sugeridas ao grupo de melhoria contínua.

### 1.4 Temas Abordados e sua Organização no Presente Relatório

Este documento encontra-se dividido em cinco capítulos principais.

Neste primeiro capítulo foi feita uma introdução ao projeto, uma breve apresentação do grupo e da empresa onde este incidiu e foram definidos os objetivos e a metodologia abordada.

No segundo capítulo é realizado o enquadramento teórico aos conceitos utilizados no decorrer do projeto.

No capítulo seguinte, é feita uma análise ao processo produtivo, onde é descrito o processo produtivo, o produto, o problema e a recolha e análise de dados.

No capítulo quatro procedeu-se à apresentação de propostas de melhoria com respetivos ganhos inerentes a cada uma delas.

Por fim, no último capítulo são descritas as conclusões e perspetivas de trabalhos futuros.



## 2 Enquadramento teórico

Neste capítulo são descritas todas as técnicas aplicadas no desenvolvimento do projeto através de uma fundamentação teórica.

### 2.1 Filosofia *lean*

A filosofia *Lean Thinking* também designada de “pensamento magro” foi usada pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones (1996) citando Pinto (2009). O termo é utilizado como conceito de liderança e gestão, com a finalidade de eliminar desperdício e de criar valor.

No entender de Pinto (2009) citando Womack e Jones, *Lean Thinking* é como um “antídoto para o desperdício”.

Segundo Melton (2005) *Lean Thinking* começa com o cliente e pela definição de valor. Acrescenta ainda que os princípios do “pensamento magro” devem ser aplicados às indústrias de processos e aos processos de fabricação dentro da indústria pois considera que “um processo de fabricação é um veículo para agregar valor (um produto) para um cliente”.

Um dos fatores chave do sistema *lean* baseia-se na envolvimento e respeito pelos trabalhadores tanto quanto possível nos processos de tomada de decisão, com o intuito de demonstrar importância, prazer e satisfação para motivar a criatividade dos funcionários (Chen, Lindeke, and Wyrick 2010).

O *Lean Manufacturing* significa produzir o que os clientes desejam, nas quantidades que pretendem, no tempo estabelecido e com o mínimo de recursos. A aplicação dos conceitos *lean* na fabricação tipicamente apresenta as maiores oportunidades de redução de custos e de melhoria da qualidade (Jacobs and Chase 2011).

No entender de Meyer e Stewart (2002), *Lean Manufacturing* é um conceito através do qual todas as pessoas da produção trabalham juntas para eliminar desperdício.

Em 1996, o conceito *lean* foi amplamente definido e descrito segundo cinco princípios chave (Womack & Jones 1996 citado por Hicks 2007):

- definir valor;
- identificar a cadeia de valor;
- otimizar o fluxo;
- implementar um sistema *pull*;
- perseguir a perfeição.

Estes cinco princípios *lean* possuem algumas limitações. Uma delas é o facto de conduzirem muitas vezes as organizações a entrarem em ciclos viciosos de redução de desperdícios, colocando de parte a atividade mais importante de uma organização que é a criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos. Uma outra limitação é que apenas consideram a cadeia de valor do cliente e numa organização existem várias cadeias de valor, uma para cada *stakeholder*, desta forma o desafio deveria acentar na criação de valores e não na criação de valor (Pinto 2009).

Por forma a eliminar a possibilidade das organizações caírem na obsessão da redução de desperdícios, que se traduzem muitas vezes em despedimentos, ignorando a missão e os

objetivos da organização em criar valor para as partes interessadas, a CLT (2008) citada por (Pinto 2009) sugere a adoção de mais dois princípios *lean* com a finalidade de orientar a empresa no caminho certo para a excelência e para o um desempenho excepcional. Esses dois princípios são os seguintes:

- conhecer os *stakeholders*;
- inovar sempre.

Deste modo, os novos princípios *lean*, representados na figura 3, são:

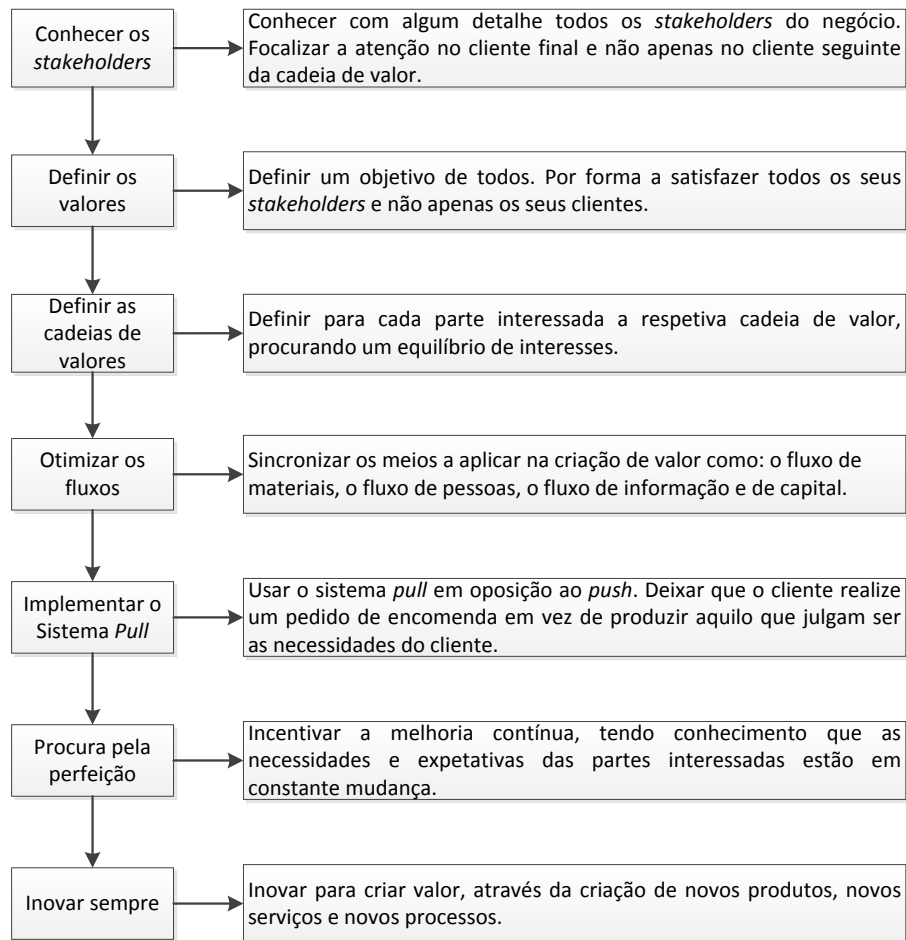


Figura 3 – Os sete princípios *Lean Thinking* (Adaptado de Pinto 2009, pg.20)

De acordo com Womack, Jones, e Roos (1990) os princípios *lean* podem ser aplicados de igual forma nas mais variadas indústrias espalhadas por todo o mundo.

Esta filosofia do “pensamento magro” foi inicialmente aplicada no setor da indústria automóvel baseando-se no Sistema de Produção da *Toyota*, no TPS (Pinto 2009).

O TPS desenvolvido pela *Toyota Motor Corporation* foi adotado pelas principais empresas japonesas após 1973, devido ao impacto do petróleo. O principal objetivo deste sistema incidia na redução de custos, aumentando o ativo corrente da empresa bem como o aumento da produtividade (Monden 1984).

Monden (1984) menciona que os conceitos de *Just-in-Time* e *Jidoka* são os dois conceitos chave de suporte ao Sistema de Produção da *Toyota*.

Cada vez mais as fábricas recorrem ao uso de máquinas automáticas, em que o operário não necessita de usar as mãos, carrega num botão e a máquina executa todo o trabalho sozinha (Monden 1984). Contudo, existem algumas implicações das quais Suzaki (2010) destaca a falta de capacidade em determinar anomalias ou mesmo quando devem parar. Esta razão justifica o facto de muitas fábricas até os dias de hoje desfrutarem de operários apenas para observarem o processo em funcionamento, trabalho que muitas das vezes não se justifica pois não acrescenta valor algum ao produto final e ainda acarreta custos acrescidos.

O conceito *Jidoka* foi desenvolvido no Japão para dar às máquinas a capacidade de avaliação autónoma. Permite dispensar os operários da operação de máquina ao atribuir certas capacidades de perceção humana às máquinas, possibilitando uma melhor utilização do tempo dos operários, da visibilidade de anomalias e da resolução de problemas (Suzaki 2010).

Estes dois conceitos chave mencionados acima incluem a flexibilidade da mão-de-obra para suportar as variações da procura – *Shejinka* e um “pensamento criativo ou ideias inventivas” apoiadas nas sugestões dos operários – *Soikufu* (Monden 1984).

## 2.2 Os três pilares do *Kaizen*

O termo *Kaizen* significa melhoria contínua através da envolvimento de todos, desde dos gestores de topo até aos operadores das máquinas (Imai 1988).

Suzaki (2010) afirma que “A ideia básica da melhoria é simples. Queremos fazer o nosso trabalho de forma mais simples, rápida, barata, melhor e segura” e explica que a abordagem mais simples de melhorar as operações se baseia em “simplificar, combinar e eliminar”.

De acordo com Monden (1984), em qualquer processo de fabricação existem dois tipos de melhorias: as melhorias derivadas do manual de operações e as provenientes do equipamento.

As melhorias que possam advir do manual de operações dizem respeito a mudanças no modo de operar, rearranjos nos posto de trabalho e racionalização do fluxo de materias, entre outras. As melhorias provenientes do equipamento implicam a introdução de novas tecnologias/máquinas. Acresce que mudanças no manual de operações são reversíveis enquanto que mudanças do equipamento podem não ter retorno. Deste modo, as mudanças no equipamento só devem ser realizadas após um estudo prévio aos métodos, visto que uma máquina automática é inflexível e por isso só deve ser introduzida após a padronização de operações (Monden 1984).

As melhorias devem ser realizadas com base nas necessidades, e não pelo facto de que a melhoria é possível. “As melhorias são sempre possíveis” (Liker and Meier 2006).

Os três pilares do *gamba kaizen* são: *standardized work*, 5S e eliminação do *muda* (Imai 1996).

### 2.2.1 *Standardized Work*

De acordo com a definição da *Toyota*, *standardized work* é a combinação ótima de operários, máquinas e materiais (Imai 1988). Segundo, Liker e Meier (2006), o *standardized work* está associado à medição com cronómetros bem como a observação do trabalho dos operários aterrorizando a força de trabalho. Referem que a vontade humana e a criatividade são eliminadas e que as pessoas se tornam autómatos. Imai (2006) tem outra visão, explicando que aprendeu que não pode haver *Kaizen* sem padronização.

“Dependendo da causa motivadora, o oposto de padronização pode ser flexibilidade, discrição, interpretação, diversidade, individualismo, singularidade, arbitrariedade, anomia, ou caos” (Timmermans and Epstein 2010).

Atualmente muitas empresas referem ter padrões implementados, ainda assim não estão de todo a falar do mesmo significado que *standardized work* tem para a *Toyota*.

Para a *Toyota*, *standardized work* é a principal ferramenta para definir métodos de trabalho e significa realizar as tarefas necessárias com o mínimo de desperdício, definindo quem, o quê, quando e onde o trabalho é realizado (Liker and Meier 2006).

De acordo com Ingvaldsen, Holtskog e Ringen (2013) citando Taylor (1967), existe uma melhor forma de executar uma tarefa e a tarefa deve ser realizada dessa forma, independentemente de quem a realize.

A chave para o estabelecimento de métodos e procedimentos de trabalho padronizados passa pelo isolamento da variação existente nos processos atuais (Liker and Meier 2006).

Existem três ideias base para analisar o trabalho e identificar desperdícios (Liker and Meier 2006):

1. Identificar as operações básicas de trabalho;
2. Registar o tempo para cada operação;
3. Desenhar a área de trabalho e o fluxo do operador nessa área.

Segundo Liker e Meier (2006), é importante atacar o maior desperdício primeiro.

O *standardized work* deve ser encarado como um ciclo, descrito na figura 4, em que após a sua aplicabilidade não deve ser esquecido, sendo necessário que exista uma constante análise e atualização dos métodos de trabalho. Sempre que for implementada uma nova melhoria é preciso avaliar se houve algum ganho e, no caso afirmativo, então esta deve tornar-se como o novo padrão e o excesso deve ser removido. Caso contrário deve-se manter o padrão definido inicialmente (Liker and Meier 2006).

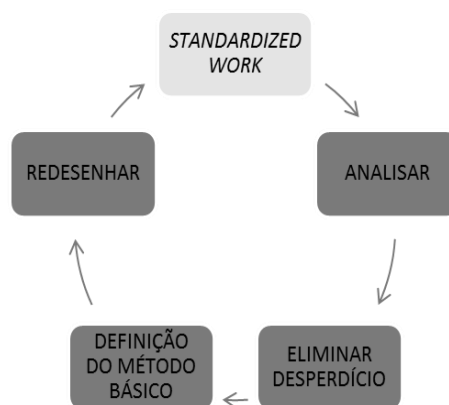


Figura 4 – *Standardized Work* (Adaptado de Liker and Meier 2006, pg. 119)

“O fabrico de bons produtos só é possível se os trabalhadores tolerarem rigorosamente as normas operacionais. Um padrão de funcionamento é um documento que indica a forma correta de proceder de modo a alcançar a qualidade. Não é possível fabricar bons produtos sem respeitar os padrões ou deixando todos trabalharem conforme os seus próprios impulsos” (Greif 1991 citando Katsuyoshi Ishihara).

### 2.2.2 Metodologia dos 5S

Imai (1996) refere-se aos 5S como “O Bom *Housekeeping*”. Alega que a ausência desta metodologia no *gemba* é praticamente sinónimo de ineficiência, *muda*, falta de autodisciplina, falta de qualidade e moral, custos elevados e incapacidade de cumprir com os prazos de entrega. Alerta ainda que um fornecedor que não pratique os 5S não é levado a sério pelos clientes.

A implementação desta metodologia permite aumentar a produtividade, a segurança, o ambiente organizacional, a motivação dos operadores e consequentemente a competitividade (Gomes, Pereira Lopes, and Vaz de Carvalho 2013).

Os 5S dizem respeito a cinco palavras japonesas que por sua vez definem a metodologia em cinco etapas (Liker and Meier 2006) e que se encontram representadas na figura 5.

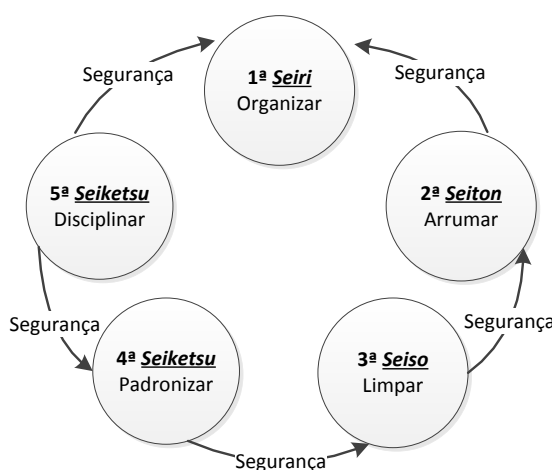


Figura 5 – A metodologia dos 5S mais um sexto S de segurança (Adaptado de Pinto 2009, pg.78)

#### ***Seiri***

*Seiri* é a primeira etapa desta metodologia e tem como finalidade a identificação de tudo aquilo que é necessário e desnecessário no *gemba* com consequente eliminação das coisas desnecessárias do local de trabalho (Imai 1996) e envolve eliminar o desperdício de certos movimentos e o desperdício da procura de ferramentas e materiais (Liker and Meier 2006).

#### ***Seiton***

A etapa designada por *seiton*, baseia-se na arrumação das coisas que foram consideradas necessárias na etapa anterior (Imai 1996), através da identificação de sítios próprios para cada uma dessas coisas, de modo a que todos possam com facilidade saber onde devem ir buscar ou colocar de volta um dado instrumento (Hirano 2009).

#### ***Seiso***

O *Seiso* restringe-se a manter as máquinas e o ambiente de trabalho limpos (Imai 1996). Segundo Hirano (2009), a limpeza deve estar integrada nas tarefas de manutenção diária e consiste basicamente em varrer o chão e limpar as máquinas.

#### ***Seiketsu***

O objetivo do *Seiketsu* passa por ampliar o conceito de limpeza aos operários (Imai 1996). Esta etapa pressupõe que as primeiras três estão a ser mantidas (Hirano 2009) e consiste em

definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho, identificar ajudas visuais e procedimentos, bem como identificar normas de arrumação e limpeza (Pinto 2009).

### ***Shitsuke***

Esta etapa consiste em praticar continuamente as etapas anteriores, bem como desenvolver a autodisciplina e criar hábitos de 5S, estabelecendo padrões (Imai 1996).

De acordo com o Pinto (2009), muitas das empresas estão a incluir um sexto S à metodologia, o S de segurança. No entender de Pinto (2009), este sexto S corresponde à forma base necessária para a implementação de um número significativo de soluções *lean*, e não deve ser dissociado dos anteriores nem de qualquer outra tarefa realizada.

A implementação deste método não é fácil, existindo diversos problemas que podem surgir, tais como: a falta de conhecimento da metodologia, a falta de cooperação dos funcionários ou falha na transmissão de informações para a sua correta aplicação (Gomes, Pereira Lopes, and Vaz de Carvalho 2013).

### **2.2.3 Eliminação do *Muda***

A palavra japonesa *muda* significa desperdício e refere-se a qualquer atividade que não agregue valor (Imai 1996). “Valor é tudo aquilo que justifica a atenção, o tempo e o esforço que dedicamos a algo” (Pinto 2009).

Fujio Cho, define desperdício como sendo tudo aquilo que está para além da mínima quantidade de equipamento, materiais, peças, espaço e mão-de-obra realmente necessária para acrescentar valor ao produto final (Suzaki 2010).

No entender de Melton (2005), o desperdício por vezes é necessário ao processo pois, apesar de não ter qualquer valor para o cliente, este agrega valor para a empresa e por isso não pode ser eliminado, caso contrário todo o *muda* deve ser eliminado.

#### **2.2.3.1 Técnicas e ferramentas para eliminar desperdício**

Nesta secção serão abordadas as técnicas e ferramentas que podem ser usadas para eliminar desperdício: os oito tipos de desperdício, os 3MU, o fluxo de operações e os 5MQS.

#### **Oito tipos de desperdício**

De acordo com Imai (1996), Ohno classificou o *muda* no *gemba* em sete tipos:

- *Muda* pelo excesso de produção: resulta em produzir mais do que aquilo que realmente é necessário o que implicará grandes desperdícios como o consumo de matéria-prima com muita antecedência, o uso inútil de mão-de-obra e equipamentos, aumento de juros, espaço adicional para armazenar o excesso de *stock*, bem como aumento de custos de transporte e administrativos. Outras consequências deste tipo de desperdício passam pela falsa atribuição de segurança às pessoas, encobre todos os tipos de problemas e esconde informação importante que pode fornecer pistas para o *Kaizen* no *gemba*.
- *Muda* pelo excesso de *Stock*: resulta de um excesso de produção e diz respeito a todos os produtos acabados, semi-acabados ou peças guardadas em armazém que não agregam valor. Muito pelo contrário acarretam custos operacionais mais elevados bem

como a necessidade de criar espaço disponível para armazenar estes materiais. Um outro aspeto importante é a capacidade de deterioração do material armazenado ao longo do tempo gerando desperdício.

- *Muda* pelo excesso de defeitos: representa uma grande perda de recursos e esforços, implicando a necessidade de retrabalho dispendioso.
- *Muda* pelo excesso de movimentos: diz respeito a todos os movimentos considerados improdutivos, que não acrescentam valor.
- *Muda* pelo excesso de processamento: refere-se a problemas derivados do próprio processo. Utilização indevida de máquinas ou trabalhos que não acrescentam valor algum ao processo. Através da combinação de operações parte deste desperdício pode ser evitado.
- *Muda* pelo excesso de tempo de espera: desperdício caracterizado por operadores ou equipamentos parados, onde Imai identifica como causas: o desequilíbrio da linha, a falta de material, a paralização de uma máquina ou o tempo em que um operador está à espera que uma máquina em concreto desempenhe um determinado trabalho que acrescenta valor ao produto.
- *Muda* pelo excesso de transporte: deve-se a transportes de materiais ou produtos que não acrescentam valor à fabricação.

Liker e Meier (2006) referem que para além dos sete tipos de *muda* identificados previamente deve existir um oitavo, a criatividade não utilizada dos funcionários, com consequentes perdas de tempo, ideias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem derivadas da falta de atenção e envolvimento dos seus funcionários.

As ações de melhoria devem incluir as opiniões e ideias de todos aqueles que fazem parte da empresa, não esquecendo os operários (Suzaki 2010).

“Todos nós podemos contribuir nos processos de melhoria. Afinal, ninguém conhece as áreas de trabalho melhor do que os operários” (Suzaki 2010).

### 3MU

Os 3MU dizem respeito a três palavras japonesas, *muda*, *mura* e *muri* que são geralmente usadas em conjunto (Imai 1996).

O termo *muri* significa esforço e *mura* expressa as irregularidades indicando os problemas, que constituem o *muda* a ser eliminado (Imai 1996).

O objetivo principal desta abordagem de identificação de desperdício consiste em equilibrar a capacidade produtiva e a carga pedida. No entender de Pinto (2009), situações em que existe desequilíbrio entre a capacidade de produzir e a carga pedida pelo cliente resultam em perdas para a empresa.

### Fluxo de operações

Segundo Pinto (2009), o fluxo de operações é composto por quatro ações: retenção, transporte, processamento e inspeção.

A retenção traduz-se em paragens do fluxo de fabrico sobre diversas formas como *stocks* de matéria-prima, *stocks* de WIP (*work in progress*) ou *stocks* de produto acabado e de armazenamentos sem acrescentar qualquer valor. A ação dita por transporte reporta todo o tipo de movimentação de objetos que não crie valor. O processamento cria valor, contudo o sobreprocessamento não, assim torna-se relevante eliminar as operações irrelevantes na ótica do cliente. No que diz respeito à inspeção, esta permite identificar e eliminar defeitos provenientes da produção. Inerente a esta última ação pode-se constatar uma grande desvantagem ligada à não eliminação da causa raiz dos defeitos, pelo que esta ação não cria valor (Pinto 2009).

## 5MQS

Os 5MQS identificam sete áreas de desperdício, em que cinco delas começam com a letra “M” e são designadas por *Man*, *Materials*, *Machine*, *Method* e *Management*. As outras duas áreas correspondem à letra “Q”, *Quality* e “S” *Safety* (Hirano 2009).

De acordo com Pinto (2009), uma das formas de identificar os desperdícios é analisar as áreas onde estes podem afluir. A figura 6 descreve as principais formas de desperdício associadas a cada uma das áreas em análise.

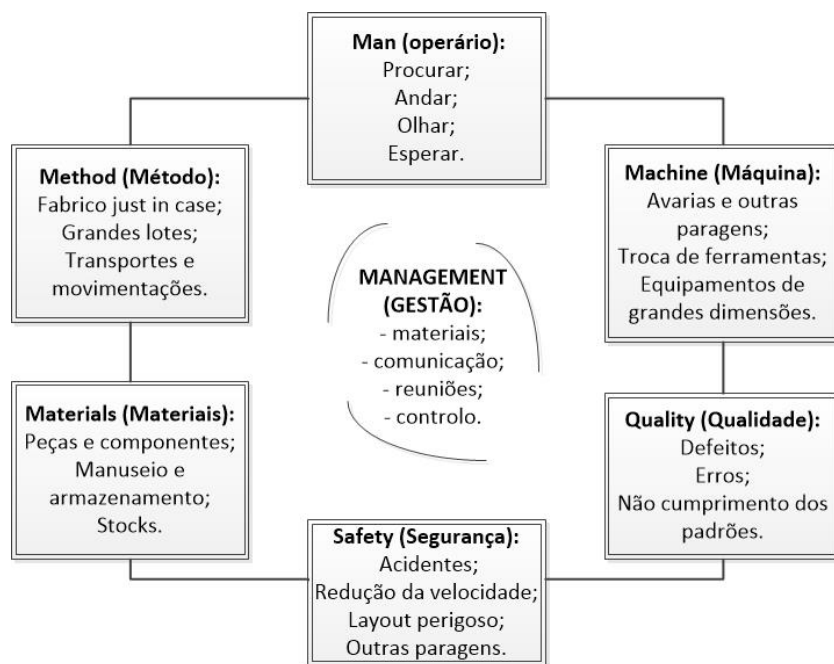


Figura 6 – Os 5MQS (Adaptado de Pinto 2009, pg.11, Imai 1996, pg.86, Hirano 2009, pg.153)

## 2.3 Redução do tempo de Setup

A redução do tempo de *setup* permite o aumento da capacidade de produção sem a aquisição de novas máquinas (Almomani et al. 2013). Ao conseguir *setups* mais rápidos permite também, reduzir o tamanho dos lotes, o nível de *stock* e o *lead time* de produção. Com a finalidade de tornar flexíveis as operações de fábrica para responder às diversas alterações da procura no mercado (Suzaki 2010).

### 2.3.1 SMED

A metodologia SMED, *Single Minute Exchange of Dies*, é uma ferramenta *lean* (Alves & Tenera, 2009 citados por Almomani et al. 2013), desenvolvida por um engenheiro industrial



japonês, Shigeo Shingo, em que a principal finalidade consiste em melhorar significativamente as mudanças de operações (Almomani et al. 2013).

“SMED é uma abordagem científica de redução do tempo de setup que pode ser aplicada em qualquer máquina de qualquer fábrica” (McIntosh et al. 2000).

O objetivo do SMED consiste em realizar a troca de produto em menos de dez minutos, tornando os equipamentos mais flexíveis (Pinto 2009).

De acordo com Shingo (1985) a metodologia SMED encontra-se dividida em quatro estágios conceituais:

1. Estágio inicial: analisar o estado atual da situação;
2. Primeiro estágio: separar atividades de *setup* em internas e externas;
3. Segundo estágio: converter atividades de *setup* internas em externas;
4. Terceiro estágio: racionalizar todos os aspetos de *setup* por forma a melhorar as atividades quer internas quer externas.

No entender de Herr (2014), uma análise da situação atual de *setup* é fundamental. Esta análise pode ser feita recolhendo informação sobre os procedimentos de *setup* atuais através de entrevistas com os operadores das máquinas e com os supervisores de linha, decompondo as operações de *setup* numa série de acções. Seguidamente através de um estudo aos tempos e aos movimentos das operações são determinados os tempos padrão para cada operação (Almomani et al. 2013). Na perspetiva de Herr (2014), a forma mais simples para analisar o estado inicial é realizar uma filmagem da situação atual e proceder à sua análise.

O segundo estágio consiste em separar as atividades em internas, que são realizadas enquanto a máquina está parada ou desligada e em externas, que são todas as atividades desempenhadas com a máquina em funcionamento (Almomani et al. 2013). Para cada atividade é necessário determinar as que precisam de ser realizadas internamente e quais podem ser realizadas externamente sem ter que parar o processo de produção (Herr 2014).

Após a separação das atividades em internas e externas, segue-se o terceiro estágio que consiste em organizar sempre que possível as atividades internas e transformá-las em trabalho externo (Herr 2014). O operador deve concentrar-se apenas nas atividades realmente necessárias para parar a máquina (Monden 1984).

Por último, o quarto estágio baseia-se na melhoria do *setup* externo bem como na melhoria do *setup* interno. Neste estágio torna-se relevante pensar qual é a melhor forma de executar as tarefas, como também passa pela eliminação do desperdício associado à procura, movimentação e substituição de ferramentas e materiais. (Almomani et al. 2013).

### **2.3.2 Hoshin**

O *Hoshin* é uma metodologia aplicada na indústria e no grupo *Trêves* que tem como objetivo a melhoria contínua dos postos de trabalho em termos de produtividade e segurança, com reflexos não só no método de trabalho como na qualidade do produto e da organização (Informação Trecar 2014).

O significado da palavra *Hoshin* consta na figura 7 e traduz-se numa procura no terreno, com todas as pessoas implicadas, de soluções simples e de aplicação imediata, sem investimentos,

no sentido de melhorar o método e condições de trabalho assim como de *layout* permitindo o progresso por pequenos passos (Informação Trecar 2014).



Figura 7 – Significado da palavra *Hoshin* (Informação Trecar 2014)

Antes de iniciar um *Hoshin* são planeados os objetivos, de acordo com a experiência adquirida e com as necessidades expressas.

Após esta abordagem constitui-se uma equipa multidisciplinar que através de observações sucessivas no *gemba* observa as diversas formas de trabalhar. O primeiro passo consiste em fazer um levantamento da situação atual dos postos de trabalho incluindo as seguintes tarefas gerais (Informação Trecar 2014):

- A. Tempos de operação;
- B. Movimentações;
- C. Circuitos.

Estas tarefas ditas gerais estão decompostas da seguinte forma (Informação Trecar 2014):

- Determinar o tempo real das operações completas;
- Definir e determinar o VA (valor acrescentado) e o VNA (valor não acrescentado) em cada operação;
- Indicar o movimento do operador na execução de uma dada operação;
- Tomar nota do nº de peças e do local de trabalho;
- Tomar nota do nº de peças em curso a montante e a jusante do posto de trabalho em análise;
- Anotar os locais de entradas e saídas.

Uma vez recolhidos estes elementos, passa-se a uma fase de reflexão com a equipa em *brainstorming*, recolhendo as ideias que posteriormente se ensaiam no terreno, avaliando-se a sua factibilidade, recalculando-se os tempos das operações e medindo-se o progresso (Informação Trecar 2014).

O resultado de um *Hoshin* deve ser apresentado sob a forma de três documentos (Informação Trecar 2014):

- O plano de ações decorrentes do *brainstorming*;
- As novas implatações ou *layout*;
- Os novos *standards* de trabalho.

A fase seguinte é cumprir as ações do plano que foi traçado para cada posto de trabalho estudado, pondo em evidência as anomalias com a finalidade de eliminar o VNA (Informação Trecar 2014).

Desta forma pode-se atuar sobre o abastecimento, o aprovisionamento, a evacuação e consequentemente, sobre o método de trabalho. É neste contexto que se reformulam os *standards* de trabalho e *layout* (Informação Trecar 2014).

Muitas das vezes a realização de *Hoshins* implica a realização de outros trabalhos com designações diferentes, como o SMED, sempre no âmbito de melhoria das condições de trabalho e da produtividade. Neste caso, a melhoria é conseguida pela redução do tempo na mudança de componentes, de matérias ou de ferramentas, permitindo ganhos de produtividade e a possibilidade de mudar mais frequentemente de referências de produção (Informação Trecar 2014).

### 3 Análise do processo produtivo

Este capítulo é composto por três subcapítulos, um de contextualização, outro de apresentação do problema e por fim um de recolha e análise de dados.

#### 3.1 Contextualização

Neste subcapítulo faz-se uma descrição do produto e do processo produtivo, sendo também apresentados os indicadores de referência e os sistemas de suporte à produção.

##### 3.1.1 Descrição do produto

O produto final é designado por *foamizado* e é constituído por um processo de colagem de dois ou três componentes numa “sandwich” têxtil.

O *foamizado* típico é constituído por dois componentes, espuma e tecido, como pode ser constatado na figura 8. Contudo, em casos pouco frequentes a segunda componente pode ser malha, alimentada diretamente na *foamizadora*.

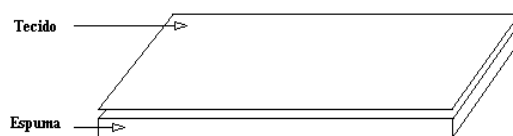


Figura 8 – *Foamizado* com duas componentes

Há ainda a possibilidade de produzir *foamizados* com três componentes, em que a terceira componente normalmente aparece por baixo da espuma. Esta terceira componente pode ser espuma ou malha.

A linha de produção é bastante flexível, pelo que o *foamizado* pode ser constituído por diversas combinações:

- Espuma e tecido (entrada da 1ª e da 2ª componente);
- Espuma, tecido e espuma (entrada da 1ª, da 2ª e da 3ª componente);
- Espuma, tecido e malha (entrada da 1ª, da 2ª e da 3ª componente);
- Espuma, malha e espuma (entrada da 1ª, da 2ª e da 3ª componente);
- Espuma e malha (entrada da 1ª e da 3ª ou 2ª componente dependendo do tipo de malha);
- Malha, espuma e malha (entrada da 1ª componente na forma de *foamizado* de malha e espuma e entrada da 3ª componente ou 2ª componente dependendo do tipo de malha).

A primeira componente diz respeito ao que entra no posto de alimentação de espuma, a segunda componente ao que entra no posto de alimentação do tecido ou ao que entra diretamente à entrada da *foamizadora* e a terceira componente refere-se a tudo o que entra à frente da *foamizadora*.

##### 3.1.2 Descrição do processo produtivo

O processo de *foamização* consiste em unir termicamente espuma, tecido e malha ou espuma como terceira componente. Esta ligação é efetuada pela passagem dessas matérias-primas

sobre pressão entre rolos de compressão, após aquecimento superficial da espuma através de queimadores a gás, obtendo-se o *foamizado* final.

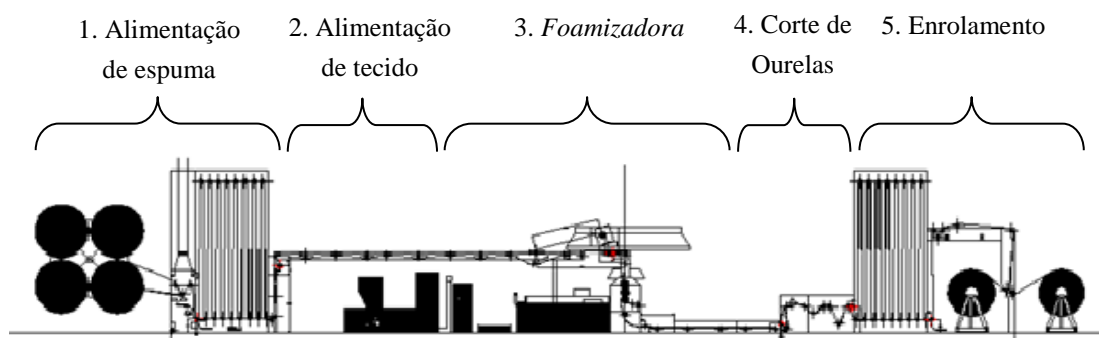


Figura 9 – Linha de produção

Neste sentido a linha de *foamização*, ilustrada na figura 9, é constituída por dois postos de abastecimento de matéria-prima a jusante da máquina de *foamização*, designada por *foamizadora*, e outros dois postos de trabalho a montante da *foamizadora* onde são aparadas as orlas do *foamizado* e onde se procede ao enrolamento deste em cavaletes de *foamizado*.

Após enrolamento, segue-se a fase de inspeção, que não faz parte deste projeto. Nesta fase são detetados e registados os defeitos, identificados através de máquinas de inspeção de *foamizado*, representadas na figura 10. Por fim procede-se à embalagem do produto, selagem, etiquetagem e colocação na zona de produto acabado.

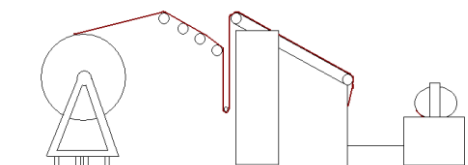


Figura 10 – Máquina de inspeção de *foamizado*

### Posto 1: Alimentação de espuma

Este é o primeiro posto de trabalho do processo de *foamização*. Neste posto de trabalho, o objetivo é alimentar o acumulador com matéria-prima, neste caso de espuma, segundo uma sequência de espumas previamente planeada.

O processo de trabalho inicia-se com a colocação do rolo de espuma pretendido em cima de uma mesa elevatória para ajudar a sua colocação no desenrolador, que é um tipo de “carrossel” como se pode verificar na figura 11.

Neste sentido, após a sua colocação no “carrossel”, procede-se à união da espuma anterior com a nova espuma a entrar. Este processo de união pode ser realizado por soldadura ou por fita biadesiva.

Para finalizar, é dada entrada do rolo de espuma no acumulador de espuma por forma a impedir possíveis paragens do processo.



Figura 11 – Posto1: Alimentação de espuma e acumulador de espuma

### Posto 2: Alimentação de tecido

Neste posto de trabalho, o *input* de matéria-prima é o tecido. O processo consiste em colocar o rolo de tecido em frente ao acumulador, que posteriormente é costurado ao tecido anterior. Por fim, é dada ordem de desenrolamento do rolo, alimentando desta forma o acumulador de tecido e evitando que a linha de produção pare devido a este posto. Esta operação encontra-se representada na figura 12.



Figura 12 – Posto 2: Alimentação de tecido e acumulador de tecido

### Posto 3: Foamizadora

Este é o posto de trabalho mais complexo, pois é onde toda a essência da fabricação ocorre, é o posto crítico de toda a linha, pelo facto de que qualquer erro cometido neste posto pode gerar uma elevada quantidade de *foamizado* não conforme.

O processo inicia-se com a chamada da primeira e segunda componente, em casos particulares também com a chamada da terceira componente, como se pode constatar na figura 13.



Figura 13 – Entrada de matéria-prima, de tecido e espuma e da terceira componente (espuma) respetivamente

Posteriormente procede-se à junção das componentes através do processo de *foamização* ilustrado na figura 14.



Figura 14 – Processo de *foamização*

#### **Posto 4: Corte de ourelas**

Após o processo de transformação, o *foamizado* chega até ao corte de ourelas através de um tapete e sistema de rolos.

O corte de ourelas corresponde ao quarto posto de trabalho e tem como finalidade aparar as orlas do *foamizado* por forma a garantir a largura exigida, bem como efetuar a marcação a tinta da identificação do *foamizado*.

As orlas podem ser aparadas por um ou dois discos de corte, dependendo dos requisitos apresentados na ficha de parâmetros disponível no posto de trabalho representado na figura 15.



Figura 15 – Posto 4: Corte de ourelas

#### **Posto 5: Enrolamento**

Após o corte das orlas procede-se ao enrolamento do *foamizado* em cavaletes, ilustrado na figura 16.



Figura 16 – Posto 5: Enrolamento

Neste posto de trabalho, o operador tem que tirar amostras para controlo com alguma regularidade e efetuar a troca de cavalete de *foamizado* sempre que necessário. Sempre que o operador procede a uma destas duas tarefas tem que parar o enrolamento do *foamizado*, pelo que desta forma se justifica a existência de um sistema de acumulação de *foamizado* à entrada do posto de enrolamento.

### 3.1.3 Indicadores

O principal indicador seguido pela produção é o OEE, *Overall equipment effectiveness*, indicador de produtividade, que permite averiguar:

- O desempenho medido pela eficiência global da linha de *foamização*;
- Identificar as principais perdas.

O cálculo do OEE resulta da seguinte expressão:

$$OEE = \text{índice de disponibilidade} \times \text{índice de performance} \times \text{índice de qualidade}$$

Tendo por base as seguintes fórmulas:

$$\text{Índice de disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de abertura}}$$

$$\text{Índice de performance} = \frac{\text{Produção total} \times \text{Tempo de ciclo teórico}}{\text{Tempo de funcionamento}}$$

$$\text{Índice de qualidade} = 1 - \frac{\text{Produção não conforme}}{\text{Produção total}}$$

Desta forma, quanto maior for o valor do OEE em termos percentuais, mais eficiente é o processo de *foamização*.

Existem ainda outros indicadores que são seguidos pela produção dos quais se destacam: a quantidade produzida, a velocidade de *foamização* e a percentagem de *foamizado* não conforme.

Estes indicadores são seguidos diariamente pela produção e são fixados no chão de fábrica para que todos tenham acesso, incluindo os operadores. Assim estes podem ter algum *feedback* em relação ao seu desempenho e podem tentar melhorar.

### 3.1.4 Sistemas de informação de suporte

Nesta secção faz-se uma breve referência aos atuais sistemas de informação que servem de suporte ao planeamento e controlo da produção.

A linha de produção possui dois sistemas de suporte:

- MES-ATA: *manufacturing execution system*;
- SGP: sistema de gestão de paragens.

O MES-ATA é um sistema de informação que faz a ligação do operador com o SAP-ERP, permitindo controlar as matérias-primas consumidas ao longo de toda a linha de produção.

Uma das grandes vantagens deste sistema é a transmissão de informação em tempo real, servindo de suporte aos operadores no sentido em que, através deste conseguem:



- ter acesso ao plano de produção detalhado (referências das matérias-primas a serem consumidas e respetivas quantidades);
- verificar se as matérias-primas colocadas na zona de *picking* correspondem às do plano de produção, de modo a evitar o consumo de matérias não desejadas;
- dar entrada de uma nova referência de matéria-prima, bem como inserir a quantidade consumida da matéria-prima anterior no sistema MES-ATA, permitindo aos operadores dos postos de trabalho seguintes averiguarem se já entrou ou não uma dada referência e manterem-se sempre em cima do acontecimento.

O SGP permite ter um histórico das principais paragens da *foamizadora*, no que toca a tempos para realizar determinadas tarefas. Desta forma, sempre que a *foamizadora* pára, aciona o SGP que começa a contar o tempo dessa paragem. Posteriormente o operador, para arrancar a máquina, tem que inserir o código do tipo de paragem.

Este sistema de gestão de paragens permite à gestão da empresa ter acesso à maior parte das ocorrências de paragens no posto da *foamizadora*, bem como estimar uma média para os principais tipos de paragens, o que acarreta uma mais valia para o planeamento da produção diária.

### 3.2 Apresentação do problema

Através de um estudo ao OEE dos últimos meses, é possível constatar que este permanece na maior parte da vezes abaixo do objetivo estipulado de 50%, tal como se pode verificar na figura 17.

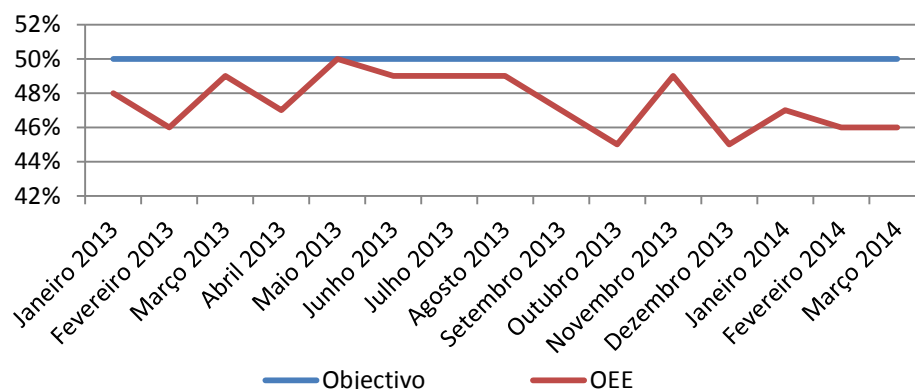


Figura 17 – OEE entre Janeiro de 2013 e Março de 2014

Uma das causas do OEE ser baixo, é o facto da linha de *foamização* estar desenhada para grandes séries, sendo constituída por vários sistemas de acumulação de matéria-prima e de *foamizado*. E que, com a diminuição das ordens de fabrico pedidas pelos clientes, aumentam-se o número de paragens inerentes ao processo, derivadas da produção de ordens de fabrico muito pequenas, que por sua vez acarretam um peso negativo no cálculo do OEE.

Uma outra causa é a presença de paragens muito demoradas, bem como a existência de um número elevado de paragens necessárias para produzir uma determinada ordem de fabrico.

De acordo com o anexo A, pode-se observar a diversidade de paragens inerentes ao processo, excluindo as paragens identificadas como avarias e as paragens programadas.

Através do anexo A pode-se verificar quais as principais causas de paragem, das quais se destacam as seguintes:

- Mudança de malha: corresponde à mudança da terceira componente;
- Mudança de tecido+espuma – mudança de OF: corresponde à mudança de tecido e espuma no posto de alimentação de espuma e de tecido;
- Mudança de OF: corresponde à paragem para regular os cilindros e queimadores no posto da *foamizadora*;
- Limpeza dupla: consiste na limpeza dos cilindros e queimadores no posto da *foamizadora*.

Deste modo, torna-se pertinente observar e analisar todo o processo produtivo com o intuito de identificar oportunidades de melhoria que permitam uma redução dos tempos de paragem.

O facto de aos dias de hoje a unidade produtiva ATA não contar com fichas de *standardized work*, que permitem demonstrar qual a forma ótima de realizar o trabalho é algo que merece alguma atenção.

### 3.3 Recolha e Análise de dados

A fase de recolha de dados consistiu em observar as várias formas de trabalhar dos diferentes operadores, identificando as entradas e saídas de matérias-primas, os parâmetros a regular, os principais tipos de desperdícios e as tarefas realizadas pelos operadores para todos os postos de trabalho.

Foram também criadas fichas para anotar os tempos das tarefas identificadas previamente por observação e bases de dados para tratamento de toda a informação recolhida em cada um dos postos de trabalho que constituem a linha de *foamização*. No anexo B é possível visualizar um exemplo de uma ficha de medição de tempos e no anexo C um exemplo de uma base de dados.

Neste subcapítulo são apresentados todos os dados identificados pela observação e, em termos de análise, são apresentados os dados mais relevantes de cada posto de trabalho referentes a tarefas críticas que podem provocar paragens da linha de *foamização*.

Por cada paragem da linha de *foamização* não só há uma perda de tempo como também há um desperdício de material, *foamizado* não conforme. Uma paragem da linha de *foamização* implica um metro de *foamizado* descolado no posto da *foamizadora*. Contudo, foram registados e analisados os tempos de todas as tarefas concebidas pelos operadores, quer com a linha em funcionamento quer com a linha parada, pelo facto de esses dados serem importantes para a construção das fichas de *standardized work*.

Deve ainda ser referido que a linha é composta por cinco operadores, um operador por posto de trabalho.

#### 3.3.1 Posto 1 – Alimentação de espuma

##### Entrada e saída de matéria-prima

A matéria-prima que entra e sai deste posto de trabalho é espuma sob a forma de rolos ilustrada na figura 18. A saída e a entrada destes encontra-se identificada no anexo D, em que os rolos de espuma que estão a sair encontram-se a vermelho e os que estão em espera para entrar estão representados a verde.

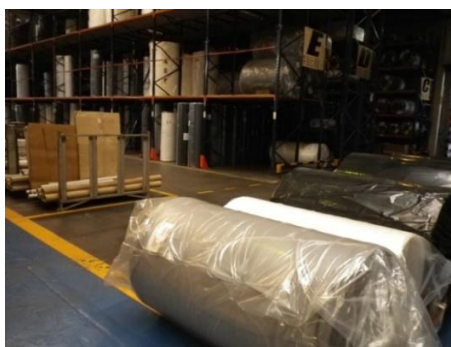


Figura 18 – Rolos de espuma na zona de *picking*

### Parâmetros a regular

Os únicos parâmetros que o operador neste posto de trabalho tem que ter em conta são:

- Temperatura e tempo de soldadura das espumas;
- Tensão à entrada e à saída do acumulador de espuma.

### Principais tipos de desperdício

Após um período de observação neste posto de trabalho foi possível identificar os principais tipos de desperdício, dos quais se destacam:

- Utilização de fita biadesiva em excesso;
- Espuma que resta do processo de soldadura (quantidade variável);
- Tempo perdido por cada vez que o acumulador de espuma bate no fundo, isto é, quando o sistema de acumulação não consegue descer mais e obriga à paragem de toda a linha de produção por descuido do funcionário;
- Tempo perdido nas mudanças de espuma e mudanças de tecido-espuma em que o acumulador não pode trabalhar cheio, tem que trabalhar na posição mais baixa possível.

### Lista de tarefas

Após identificação das entradas e saídas de matérias-primas, procedeu-se à listagem das tarefas desempenhadas pelos operadores neste posto de trabalho, que estão pormenorizadamente descritas no anexo F.

Neste sentido, torna-se relevante separar as tarefas que não podem ser realizadas com o acumulador de espuma parado das que podem ser realizadas com o acumulador em funcionamento.

As tarefas que não podem ser realizadas com o acumulador de espuma em funcionamento são:

- Cortar e recolher ponta de espuma, caso o rolo de espuma anterior não seja todo consumido;
- Soldar espumas, consiste em unir a nova espuma com a ponta que ficou no acumulador;

- Colocar fita, caso a soldadura não fique bem feita ou colocar simplesmente para sinalização da emenda de espuma;
- Inserir referência da nova etiqueta, bem como a quantidade consumida da anterior no MES-ATA.

Estas são as únicas tarefas que devem ser realizadas com o acumulador de espuma parado, podendo todas as restantes, apresentadas no anexo F, serem efetuadas em funcionamento. O acumulador de espuma deve estar cheio, por forma ao operador ter tempo de realizar as tarefas referidas anteriormente e evitar que a linha de produção pare devido à alimentação de matéria-prima.

### Análise dos dados recolhidos

No anexo G são apresentados os dados referentes às tarefas que não podem ser realizadas com o acumulador de espuma em funcionamento. Normalmente não ocorrem paragens da linha de *foamização* devido a estas tarefas, pelo que, com o acumulador cheio, o operador tem tempo para as realizar. Uma exceção são casos em que a soldadura não resultou à primeira, sendo necessário soldar segunda vez as espumas. Contudo, estes casos ocorrem muito raramente.

Nesta fase de análise faz-se referência apenas às atividades que conduzem a paragens da linha de *foamização* com alguma regularidade devido a este posto de trabalho.

Neste sentido identificaram-se paragens da linha de *foamização* devido a paragens para mudança de espuma e paragens para mudança de tecido-espuma.

Estas paragens baseiam-se na troca de rolo de espuma e de tecido ou só de espuma. Contudo a principal causa destas paragens não se deve à troca do tecido, mas sim pelo facto de em alguns casos o acumulador de espuma necessitar de trabalhar o mais baixo possível, isto é, o mais vazio possível. Como o acumulador não está a funcionar no modo cheio, então o operador não tem tempo para proceder à troca de rolo sem que a linha toda pare.

Estas paragens verificam-se com alguma frequência, pelo facto de que atualmente não é possível prever as quantidades de tecido e de espuma em curso, só é possível saber as quantidades que já foram alimentadas – as quantidades nos acumuladores não são conhecidas. Assim, o operador do posto de alimentação de espuma tem que trabalhar com o acumulador na posição mais baixa possível, de modo a minimizar o desperdício e parar para proceder à troca de rolo de espuma, quando o acumulador do tecido estiver quase vazio, através de um controlo visual da quantidade de tecido que se encontra no acumulador de tecido.

Em média estas paragens demoram 289 segundos como se pode observar na figura 19.

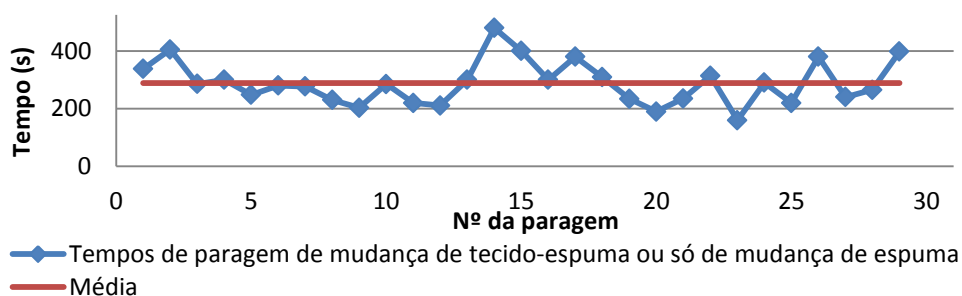


Figura 19 – Tempos de paragem de mudança de tecido-espuma ou só de espuma

Analisando a figura 19, é possível verificar grandes oscilações pois esta paragem depende de diversos fatores tais como: ser necessário tirar o rolo de espuma do “carrossel” e colocar novo rolo, apenas ser necessário colocar novo rolo de espuma no “carrossel” ou apenas ser necessário realizar as tarefas identificadas por não poderem ser realizadas com o acumulador em funcionamento. Para além destes fatores, as tarefas são realizadas por pessoas, o que implica uma dispersão, variando de operador para operador.

### 3.3.2 Posto 2 – Alimentação de tecido

#### Entrada e saída de matéria-prima

As entradas e saídas de tecido encontram-se devidamente identificadas no anexo D. Os cavaletes de tecido ou rolos individuais de tecido estão representados a vermelho e os que se encontram na zona de *picking* a verde.

Existem diversas formas do produto chegar à zona de *picking*, logo existem também diversas formas de alimentar tecido à linha de produção:

- Em cavaletes de tecido com um ou dois rolos de tecido e com ou sem plástico de proteção, dependendo do fornecedor, a situação encontra-se ilustrada na figura 20. Caso contenha plástico este deve ser tirado previamente. Estes cavaletes podem ter rodas acopladas ou não, pelo que caso tenham rodas são transportados pela ferramenta ilustrada na figura 20, caso contrário necessitam de um porta-paletes;



Figura 20 – Cavalete de matéria prima com um ou dois rolos por cavavele

- Em caixa, em que previamente o operador deste posto deve tirar os rolos da caixa e o plástico de proteção caso exista, como se pode observar na figura 21;

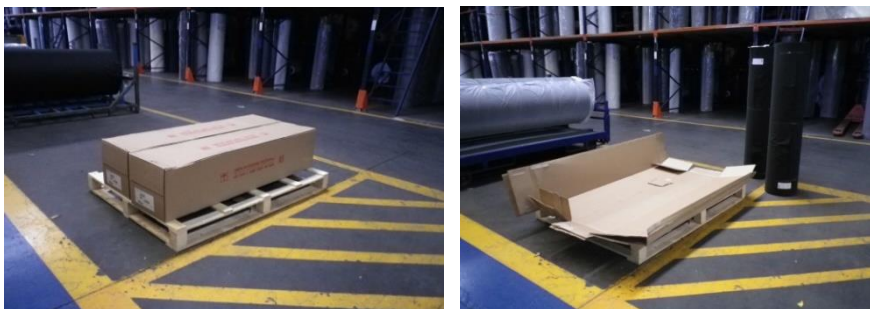


Figura 21 – Matéria-prima em caixa na zona de *picking*

Estes são colocados em frente ao acumulador através da ferramenta que se encontra na figura 23.



- Em palete com rolos, tal como se pode ver na figura 22. Neste caso o operador tem que colocar a paleta em frente ao acumulador através de um porta-paletes manual sem regulação em altura, pelo que para elevar estes rolos até a zona de costura são necessários dois operadores por se tratarem de rolos muito pesados;



Figura 22 – Matéria-prima em palete na zona de *picking*

- Em rolos de tecido, tal como se pode verificar na figura 23. Neste caso o operador deve tirar os plásticos dos rolos previamente e com o apoio da ferramenta ilustrada transportar para junto do acumulador;

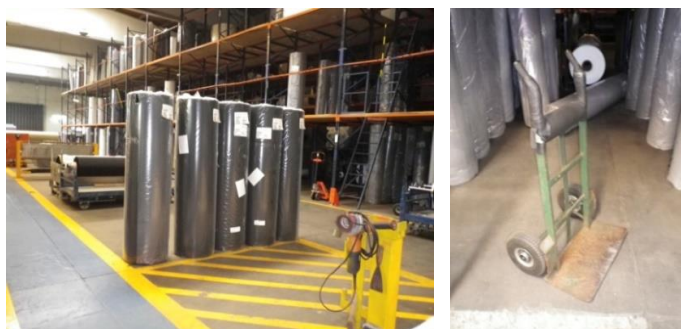


Figura 23 – Rolos de tecido na zona de *picking* e ferramenta de transporte de rolos

- Em carro com rolos. Neste caso o tubo que sustenta os rolos é de cartão e quebra-se com muita facilidade, não sendo possível colocá-los na zona de alimentação sem ser com um carro, como se pode observar na figura 24. Enquanto a *foamizadora* está em funcionamento, o operador deve tirar o plástico de todos os rolos e colocá-los num carro com rodas.



Figura 24 – Carro com rolos de tecido antes e depois de retirar o plástico

### Parâmetros a regular

Neste posto de trabalho o operador apenas tem que regular a tensão de saída do acumulador de tecido que varia dependendo do tecido em causa.

### Principais tipos de desperdício

Os principais tipos de desperdício identificados foram os seguintes:

- A necessidade de um funcionário extra bem como o tempo que por vezes a máquina está parada à espera desse funcionário extra, que possa vir ajudar na colocação dos rolos que são alimentados em paletes, por serem muito pesados;
- Tecido que resta do processo de costura para unir os dois tecidos (quantidade variável, por vezes até têm que costurar duas vezes porque não ficou bem alinhado à primeira);
- Paragem da linha devido à quebra da linha de costura ou porque a linha de costura sai da agulha;
- Paragem da linha devido ao tempo perdido em ir aparar o tecido para ficar com a largura o mais próxima possível da anterior;
- Paragem da linha para trocar o cavalete de tecido por se tratar de tecidos que não podem ser acumulados;
- Paragem da linha para mudanças de tecido-espuma (é realizada para evitar a perda exagerada de matéria-prima, pela dificuldade em fazer coincidir a chegada das duas componentes à *foamizadora* e não produzir metros a mais de componentes que o cliente não deseja);
- Deslocação realizada pelo operador do tecido quando tira o cavalete do acumulador até o pousar num sítio onde exista espaço. Esta situação ocorre porque não existe nenhuma zona definida para a colocação de cavaletes de tecido que saem;
- Tempo perdido a tirar o ferro do cavalete quando o pousa;
- Tempo perdido a preparar cavalete sem rodas para transportar com porta-paletes enquanto a linha está parada;
- Tempo perdido em embalar rolo de tecido enquanto a linha está parada;
- Conta-metros pouco fiável que gera desperdícios de tempo e de matéria-prima.

Neste posto pode-se dividir os tecidos em três famílias:

- Família 1: tecidos que podem ser acumulados e por isso não implicam a paragem da linha de produção para trocar de rolo de tecido.
- Família 2: tecidos que não podem ser acumulados e por isso implicam a paragem da linha de produção para trocar de rolo de tecido. Tecidos que possuem enviesamento na horizontal ou veludos. Os tecidos com enviesamento não podem ser acumulados por saírem desalinhados do acumulador e dificultarem o trabalho do Mahlo, equipamento que permite centrar tecidos com enviesamento. Os tecidos com veludo não podem ser acumulados pelo facto de, ao serem acumulados, ficarem com marcas no veludo que são visíveis depois de *foamizar* e são consideradas defeito.
- Família 3: tecidos alimentados em paletes e que necessitam de um segundo operador para ajudar na colocação destes na zona de costura, devido ao elevado peso dos rolos.

### Lista de tarefas

As tarefas realizadas neste posto de trabalho encontram-se descritas no anexo H.

De acordo com a lista de tarefas identificada, torna-se pertinente identificar as tarefas que não podem ser realizadas com o acumulador de tecido a funcionar:

- Trocar rolo ou cavalete de tecido;
- Colocar matéria na zona de costura e costurar;
- Inserir referência da nova etiqueta e a quantidade consumida da anterior no MES-ATA.

### Análise dos dados recolhidos

Após uma fase de recolha de tempos para todas as atividades, são apresentados no anexo I os tempos das tarefas que têm que ser realizadas com o acumulador parado, podendo provocar paragens da linha, contudo pouco frequentes, devido a casos como:

- Linha da máquina de costura sai da agulha e precisa de mais tempo para repor a linha à máquina e continuar a costura dos tecidos;
- Costura mal feita em que necessita de voltar a costurar segunda vez e logo necessita de mais tempo;
- Ponta do tecido anterior escorrega para dentro do acumulador, impossibilitando a costura do próximo tecido, devido ao facto de não existir nenhum sistema que prenda o tecido por cada vez que o operador faz parar o acumulador de tecido.

As paragens críticas, que provocam a paragem da linha de *foamização*, são provocadas pelos tecidos incluídos na família 2, e correspondem a uma paragem da linha para mudança de cavalete, de 230 segundos, tal como se pode constatar na figura 25.

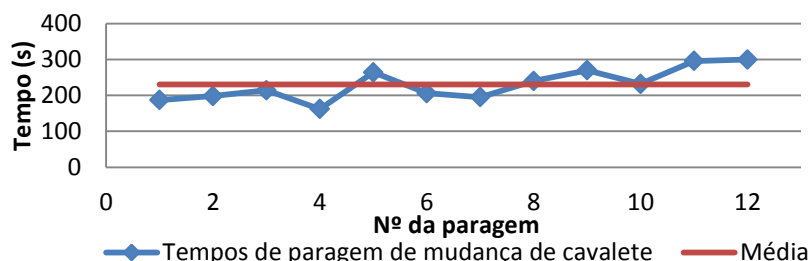


Figura 25 – Tempos de paragem referentes à mudança de cavalete

### 3.3.3 Posto 3 – *Foamizadora*

#### Entrada e saída de matéria-prima

A única matéria-prima que pode ser alimentada diretamente neste posto são rolos de espuma ou malha que entram como terceira componente, e que se encontram ilustrados na figura 26.

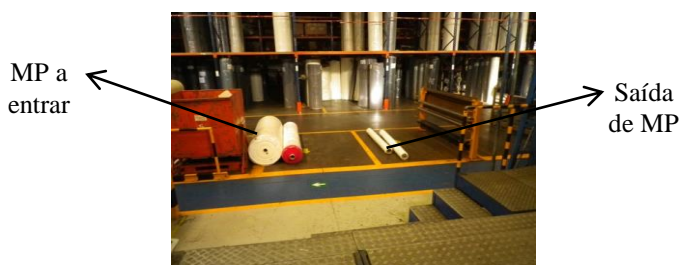


Figura 26 – Entrada e saída da terceira componente alimentada na *foamizadora*



As entradas de matérias-primas nos cilindros da *foamizadora* para cumprirem com o processo de transformação encontram-se representadas na figura 27. O número 1 e 2 identificados da figura 27 são os queimadores, que derretem a espuma e através da pressão dos cilindros ocorre a colagem destas componentes formando-se assim o *foamizado* final.

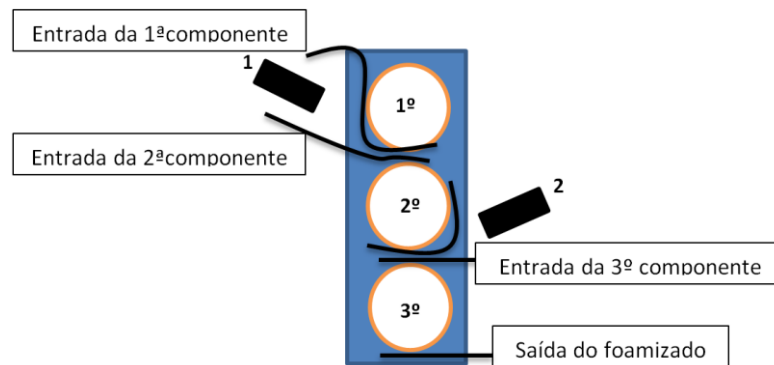


Figura 27 – Entrada das componentes nos cilindros da *foamizadora* no processo de transformação

### Parâmetros a regular

O número de parâmetros a regular neste posto de trabalho é elevado, pelo que o operador deste posto tem que estar concentrado na regulação correta de todos esses valores, pois um erro na regulação destes pode provocar grandes quantidades de *foamizado* com defeito.

Os parâmetros que o piloto da máquina tem que regular sempre que ocorre uma paragem para mudança de OF são:

- Circuito do tecido, trata-se do percurso que o tecido faz para entrar na *foamizadora* podendo passar pelo sistema EL, por baixo do sistema EL ou pela rameta dependendo das características do tecido;
- Ligar ou desligar Mahlo (utilizado para o centramento de tecidos com enviesamento na horizontal);
- Tensão da espuma na *foamizadora*;
- Tensão do tecido na *foamizadora*;
- Largura do tecido na *foamizadora*, permite alargar ligeiramente o tecido antes de entrar na *foamizadora* para se obter a largura desejada;
- Pressão na bailarina que faz um pré-ajuste da tensão da espuma à entrada da *foamizadora*;
- Velocidade de *foamização*,
- Velocidade da rameta, apenas quando o tecido passa pela rameta;
- Separação do cilindro do tecido;
- Separação do queimador do tecido;
- Pressão da chama no tecido;
- Separação do cilindro da malha;
- Separação do queimador da malha;

- Pressão da chama na malha;
- Velocidade do tapete (deve ser ligeiramente maior que a velocidade de *foamização*, para ajudar a puxar o *foamizado*);
- Velocidade do rolo da malha;
- Pressão no rolo da malha.

O termo *galgagem* é usado pelos operadores no ambiente fabril para designar as tarefas de separação dos cilindros e queimadores.

Uma paragem da *foamizadora* implica uma paragem de toda a linha, pois é nesta máquina que ocorre a transformação das matérias-primas no produto final.

### Principais tipos de desperdício

- Tempo em que a *foamizadora* está parada por causa de uma mudança de tecido-espuma ou mudança de espuma, devido aos postos anteriores de alimentação de matéria-prima;
- Tempo em que a *foamizadora* está parada para limpeza;
- Tempo em que a *foamizadora* pára para mudar a terceira componente;
- Tempo em que a *foamizadora* está parada porque o piloto da máquina está a tratar de algum assunto ou encontra-se fora do seu posto de trabalho e a *foamizadora* não arranca porque não existe outro operador habilitado a trabalhar na *foamizadora*;
- Tempo perdido na troca de fita do cilindro da malha;
- Tempo em que a *foamizadora* está parada para mudança de OF, paragem para regular parâmetros e *galgagem* dos cilindros e ou queimadores;
- Tempo perdido nas mudanças de circuito dos tecidos (sistema EL, por baixo do sistema EL ou pela rameta);
- Desperdício de matéria-prima (Espuma, Malha e Tecido) e de *foamizado*;
- Desperdício de fita biadesiva para unir malhas;
- Desperdício de fita de papel para proteger o cilindro da malha.

### Lista de tarefas

Todas as tarefas realizadas neste posto são efetuadas com a *foamizadora* parada, pelo que neste caso foram desenvolvidas fichas para tirar tempos de todas as tarefas pertencentes a grupos de operações de paragens da *foamizadora*.

No anexo J encontram-se descritas todas as tarefas inerentes a cada tipo de operação que implica a paragem da *foamizadora*.

### Análise dos dados recolhidos

Nesta secção apenas faz-se referência aos dados das operações e a casos críticos de algumas tarefas.

Neste posto de trabalho, sempre que ocorre uma paragem da linha de produção, os operadores dos outros postos de trabalho vêm ajudar na realização das operações necessárias. Deste modo, a análise é feita tendo em conta cinco operadores, pois enquanto um faz uma dada tarefa, o outro pode estar a fazer uma outra tarefa, ou estarem todos envolvidos na mesma tarefa.

#### Operação de limpeza simples, limpeza dupla e troca de fita do 3º cilindro

Para esta operação existem dois tipos de limpeza, simples e dupla. Uma limpeza simples acontece quando a ordem de fabrico seguinte possui uma largura maior que a anterior, sendo necessário limpar os cantos dos cilindros para não sujar as componentes, ou em casos em que é feita a limpeza total a um único cilindro.

Uma limpeza dupla consiste na limpeza total dos três cilindros e dos dois queimadores.

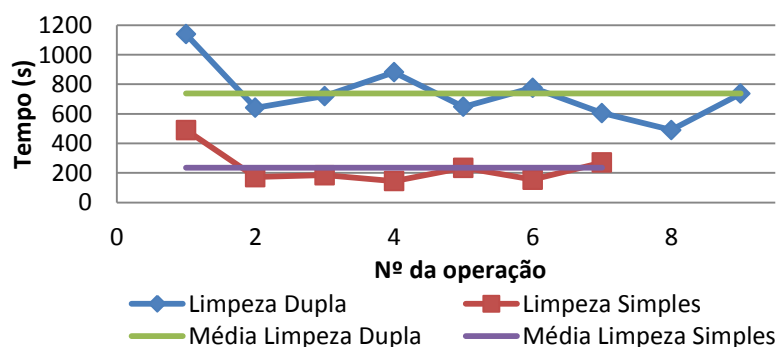


Figura 28 – Tempos da operação de limpeza simples e dupla

Através da figura 28 pode-se constatar que uma paragem da *foamizadora* para proceder à operação de limpeza dupla demora em média 738 segundos e uma limpeza simples demora em média 236 segundos.

As oscilações observadas resultam do número de operadores que estão a efetuar a operação (em média a operação é desempenhada por quatro operadores), do tipo de operador e da sua motivação, do estado da lâmina de limpeza e da quantidade de sujidade acumulada nos cilindros.

No caso de uma limpeza simples, para além das razões mencionadas, depende ainda de: a limpeza ser feita apenas a um cilindro em todo o comprimento e aos cantos dos restantes, ou se é realizada apenas aos cantos de todos os cilindros e se limpa os dois queimadores, ou só um deles, ou até mesmo nenhum.

Uma análise realizada a todas as tarefas mencionadas no anexo J para esta operação, pode-se verificar que a tarefa mais demorada é limpar cilindros e queimadores, realizada em média por quatro operadores, com uma duração média de 542 segundos para uma limpeza dupla e 195 segundos para uma limpeza simples. Estes dados estão representados nas figuras 29 e 30.

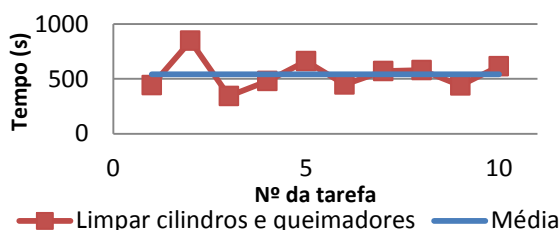


Figura 29 – Tempos da tarefa limpar cilindros e queimadores na operação de limpeza dupla

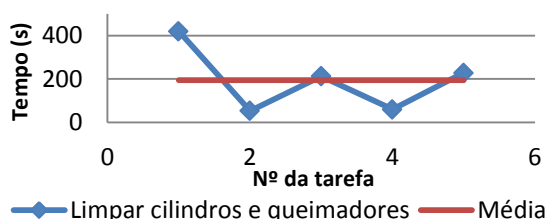


Figura 30 – Tempos da tarefa limpar cilindros e queimadores na operação de limpeza simples

Há uma outra tarefa crítica que é realizada sempre que ocorre uma limpeza dupla, designada no anexo J pela tarefa de trocar lâmina da espátula, que é o instrumento de limpeza dos cilindros. Os tempos de troca de lâmina da espátula estão registados na figura 31.

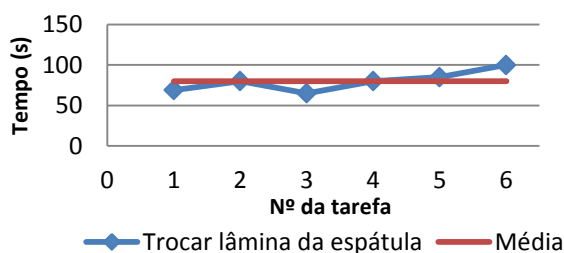


Figura 31 – Tempos da tarefa de trocar lâmina da espátula integrada à operação de limpeza dupla

Sempre que operador agarra na espátula para proceder à sua limpeza e se depara com uma lâmina em mau estado procede à sua mudança, sendo esta tarefa realizada durante o tempo em que a linha de *foamização* está parada. Trata-se de uma tarefa de manutenção autónoma que deve ser realizada pelos operadores da máquina. Contudo, o facto de ser realizada com a *foamizadora* parada, prolonga as paragens de limpeza dupla dependendo do número de operadores que realiza esta tarefa, pelo que um operador necessita de 80 segundos para a concretizar.

A operação de troca de fita do terceiro cilindro é feita para proteger o terceiro cilindro com fita de papel. Esta operação é realizada sempre que a terceira componente é malha, dado que provoca uma maior acumulação de sujidade agarrada ao cilindro e a limpeza com espátula seria muito demorada. Esta operação demora em média 135 segundos, determinados pela soma das operações de tirar fita, 67 segundos, e colocar fita, 68 segundos. O registo das observações pode ser consultado nas figuras 32 e 33.

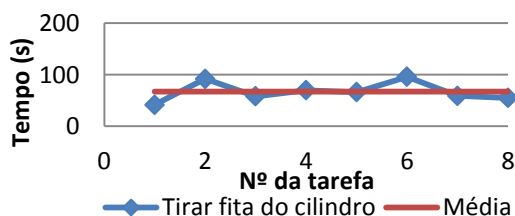


Figura 32 – Tempos da tarefa de tirar fita do 3º cilindro

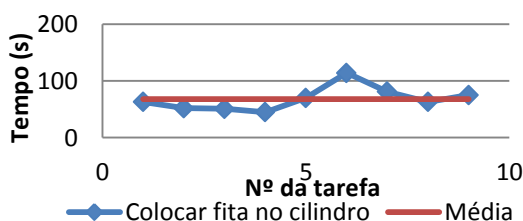


Figura 33 – Tempos da tarefa de colocar fita no 3º cilindro

### Operação de mudança de OF

Na operação de mudança de OF, entre as tarefas identificadas no anexo J, as tarefas críticas são as *galgagens* dos cilindros e dos queimadores, que consistem em efetuar a separação dos cilindros e dos queimadores segundo as especificações planeadas para cada OF.

Durante o período de observação e de registo de tempos foram observados diversos cenários para desempenhar as tarefas de *galgagem*, variando no número de operadores que realiza a tarefa e no percurso por eles realizado. Estes cenários encontram-se apresentados no anexo K e M.

De entre os diversos cenários, constatou-se (tabela 1) que o cenário típico é o cenário ii, utilizando todos os operadores disponíveis. Contudo o cenário ótimo é o cenário iv, reduzindo dois operadores que ficam livres para outras tarefas, observar figura 34. Quem verifica a separação dos cilindros é o piloto da máquina representado pelo boneco a vermelho na figura 34 por ser o único habilitado a desempenhar as tarefas de regulação de parâmetros neste posto, efetuando a *galgagem* pela ordem numerada na figura. Os restantes elementos têm que manusear um “volante” que permite separar os cilindros e o piloto da máquina, com uma ferramenta específica, designada por *galga*, verifica se já atingiu a distância necessária ou não.

No anexo L podem ser consultados os “volantes” para regulação da separação dos cilindros e queimadores, bem como as *galgas* que o piloto usa para verificar a posição pretendida de separação dos cilindros e queimadores.

Em média, independentemente do cenário, uma *galgagem* demora cerca de 60 segundos a ser realizada.

Tabela 1 – Tempos (segundos) e cenários de *galgagem* dos cilindros

Cenário	Nº Dados	Mín	Média	Máx
i	4	44	67	90
ii	17	34	51	95
iii	2	60	61	62
iv	1	44	44	44
ix	1	63	63	63
v	4	43	50	56
vi	1	100	100	100
vii	6	43	62	70
viii	4	72	87	94
xi	1	88	88	88
Total	41	34	60	100

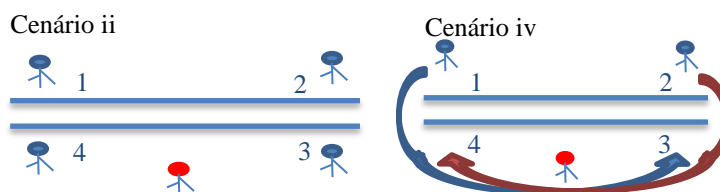


Figura 34 - Cenário típico observado (ii) para uma *galgagem* dos cilindros e o cenário ótimo (iv)

No que diz respeito a uma *galgagem* dos queimadores, pode-se verificar através das tabelas 2 e 3, que são necessários cerca de 33 segundos para efetuar a *galgagem* dos dois queimadores e cerca de 25 segundos para a *galgagem* de um dos queimadores.

Tabela 2 – Cenários e tempos (segundos) de *galgagem* dos dois queimadores

Cenário	Nº Dados	Mín	Média	Máx
III	6	29	35	46
IV	3	25	30	33
Total	9	25	33	46

Tabela 3 – Cenários e tempos (segundos) de *galgagem* de um queimador

Cenário	Nº Dados	Mín	Média	Máx
I	5	24	29	39
II	3	14	22	26
V	3	20	23	27
Total	11	14	25	39

Os cenários ótimos para uma *galgagem* dos queimadores são os que foram registados e presentes no anexo M, estes variam dependendo da existência ou não de “tecido de engate”. O “tecido de engate” refere-se à utilização de malha ou de outro tecido obsoleto, alimentado no posto de alimentação do tecido, para reduzir as perdas de *foamizado* provocadas pelas paragens da *foamizadora*. Assim, caso exista “tecido de engate” o operador para proceder à *galgagem* dos queimadores pode passar por cima deste sem correr o risco de danificar a matéria-prima. Caso contrário, deve efetuar outro percurso que não ponha em causa a qualidade das matérias-primas.

Os tempos registados, para a *galgagem* dos cilindros e dos queimadores, não permitem verificar qual o percurso ótimo a nível de tempo. Isto deve-se ao facto do atual sistema de *galgagem* ser pouco fiável e de difícil regulação do “volante”. Desta forma, por vezes um operador tem que rodar o “volante” mais do que uma vez até que o piloto da máquina com uma *galga* encontre a posição correta. Uma outra dificuldade observada foi o manuseamento dos “volantes” devido à falta de lubrificação. Esta dificuldade resultava num aumento do tempo necessário, bem como dos esforços exigidos.

#### Operação de tirar e colocar o 3º componente

Uma troca de rolo de MP, corresponde à realização das tarefas identificadas nas operações de tirar e colocar a terceira componente apresentadas no anexo J.

Através da figura 35, pode-se concluir que os operadores demoram em média 204 segundos a realizar uma troca de rolo de MP.

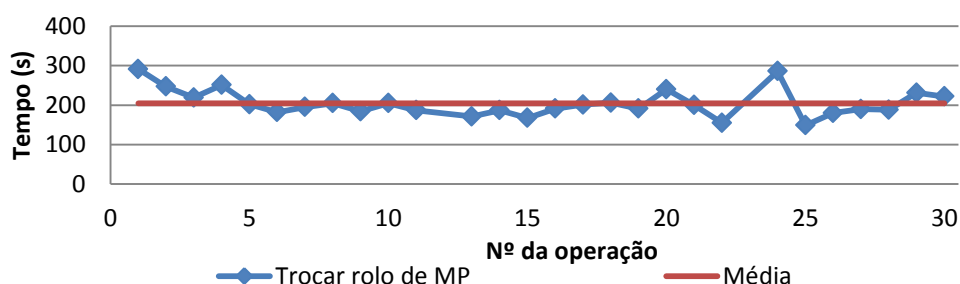


Figura 35 – Tempos da operação de troca de rolo de MP

Na realização destas operações observaram-se duas formas diferentes de desempenhar as tarefas de colocar fita biadesiva: colar MP na fita biadesiva e colocar fita por cima, no caso da MP ser malha, identificadas nas tabelas 4 e 5, dependendo da equipa de trabalho. Existem duas equipas de trabalho que constituem os dois turnos de trabalho diários.

No caso de a terceira componente ser espuma realizam-se apenas as tarefas de colocar fita biadesiva e colar MP na fita, visto que a união de duas espumas não necessita de fita biadesiva por cima, pois são facilmente unidas pela chama da *foamizadora*. Já a união de duas malhas necessita da colocação de fita biadesiva por cima, tendo em conta que a chama da *foamizadora* não permite unir malhas.

Deste modo, no caso das malhas, verificaram-se os cenários apresentados nas tabelas 4 e 5 onde se pode verificar que o cenário 2 por possuir duas tarefas a mais que o cenário 1, demora mais tempo, em média cerca de 71 segundos, enquanto que o cenário 1 apenas demora cerca de 49 segundos.

Com isto, pode-se concluir que o cenário 1 é mais vantajoso, pois não só poupa-se 22 segundos como também poupa-se na utilização de fita biadesiva.

Tabela 4 – Descrição dos dois cenários de colocação de malha

Cenário 1: Tarefas realizadas pela Equipa 1	Cenário 2: Tarefas realizadas pela Equipa 2	Nº médio de operadores	Tempo médio (s)
Colocar fita biadesiva	Colocar fita biadesiva	2	13
-	Colar ponta da malha anterior na fita	2	9
-	Colocar fita biadesiva	2	13
Colar MP na fita	Colar MP na fita	2	23
Colocar fita biadesiva por cima	Colocar fita biadesiva por cima	2	13

Tabela 5 – Tempo e percentagem de ocorrências de colocação de malha para cada cenário

Cenário	Cenário 1	Cenário 2
% ocorrências	56%	44%
Tempo médio (s)	49	71

#### Operação de mudança de circuito

Uma operação de mudança de circuito normalmente não implica uma paragem da *foamizadora*. Tipicamente, esta operação de mudança de circuito é realizada juntamente com uma das restantes operações descritas para este posto de trabalho.

A concretização de uma operação deste tipo é agendada de forma a não obrigar a *foamizadora* a parar devido apenas a esta operação.

Durante a fase de análise foi possível lidar com dois cenários diferentes dependendo do tipo da causa que levou a *foamizadora* a parar. Se o que levou a *foamizadora* a parar foi uma necessidade de limpeza dupla, em que ocorre o corte do “tecido de engate” na *foamizadora*, a mudança de circuito é realizada à frente da *foamizadora* que corresponde à realização das tarefas compreendidas no cenário 2 da operação E do anexo J. Se a causa principal da

paragem da *foamizadora* for qualquer uma das outras operações, então as tarefas a realizar são descritas no cenário 1 da operação E presente no anexo J.

Tendo em conta os dois cenários identificados, e através da tabela 6, pode-se concluir que uma mudança de circuito para o cenário 1 demora cerca de 175 segundos e uma mudança de circuito para o cenário 2 demora em média 204 segundos.

Tabela 6 – Tempos para os cenários de mudança de circuito

	Cenário 1	Cenário 2
Nº dados	5	4
Tempo médio (s)	175	204

No que diz respeito ao cenário 2, durante o período de observação, foram constatadas duas formas diferentes de trabalhar, apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 – Métodos de trabalho diferentes para o cenário 2

Método de trabalho	Descrição	Nº médio de operadores	Tempo médio (s)	Implicações
Método de trabalho 1	Trazer máquina + costurar o tecido + arrumar máquina	3	20	Paragem da <i>foamizadora</i> só em casos de a costura ser mal executada.
Método de trabalho 2	Dar um “Nó” no tecido	3	17	Paragem da <i>foamizadora</i> devido ao “nó” poder ficar preso no sistema de marcação do corte de orelas, ou mesmo nos cilindros do sistema de transporte, ou devido ao “nó” ser mal realizado.

No cenário 1, o método de trabalho 2 não ocorre pois o tecido com nó não passa pelos cilindros.

Conclui-se que o método mais vantajoso a nível de tempo é o método de trabalho 2. Contudo há um outro fator que deve ser tido em conta pelo número de implicações apresentadas: pelo que o método de trabalho 2 apresenta três causas que podem provocar a paragem da *foamizadora*, enquanto que o método de trabalho 1 apenas apresenta uma causa. Por cada paragem ocorre o desperdício de um metro de *foamizado*, que em média custa à empresa cerca de 10 euros.

Desta forma, valerá a pena arriscar e usar o método de trabalho 2 por forma a poupar-se por cada tarefa deste tipo apenas três segundos?

Através da análise anteriormente feita, chegou-se à conclusão que a melhor forma de executar a tarefa é o método de trabalho 1, por forma a minimizar o risco de paragens da linha de produção.



### 3.3.4 Posto 4 – Corte de ourelas

#### Entrada e saída de matéria-prima

Neste posto de trabalho não há entrada nem saída de matéria-prima. O operador neste posto apenas tem que lidar com o *foamizado* que sai da *foamizadora*.

#### Parâmetros a regular

Os parâmetros a regular neste posto são: a tensão de entrada do *foamizado* no corte de ourelas e a tensão de saída ou tensão de entrada no acumulador de *foamizado*. Em muitos casos quem regula estes parâmetros é o piloto da máquina. Daqui resulta a questão: Quem deve ser responsável por regular estes parâmetros?

Através de uma análise ao posto da *foamizadora*, pode-se concluir que o piloto da máquina possui imensas responsabilidades, pelo que estes parâmetros não devem ser da responsabilidade deste, devem ser regulados pelo operador do corte de ourelas.

#### Principais tipos de desperdício

Durante a fase de observação foi possível identificar os seguintes desperdícios:

- Quantidade de *foamizado* que é aparado;
- Tempo em que o operador está apenas a observar a passagem do *foamizado*;
- Paragens da *foamizadora* por causa do atual sistema de aspiração de orlas.

#### Lista de tarefas

As tarefas que o operador neste posto de trabalho tem que realizar são as seguintes:

- Centrar lâminas por forma a garantir a largura desejada do *foamizado*, sempre que a *foamizadora* arranca e sempre que houver descentramentos;
- Colocar lâminas de corte a funcionar;
- Colocar as orlas no sítio de aspiração;
- Iniciar sistema de marcação sempre que for uma exigência.

Todas estas tarefas são realizadas após o arranque da *foamizadora* e nunca são realizadas com a linha de produção parada pelo que, não acarretam perdas de tempo.

#### Análise de tempos e métodos

Nesta fase, para a recolha de dados no chão de fábrica, recorreu-se à ferramenta dos 5 porquês, com a pergunta típica: Porque é que a *foamizadora* parou? Daqui foi possível enumerar as diversas paragens da *foamizadora* mencionadas neste projeto.

Durante a fase de recolha de dados foi possível lidar várias vezes com o seguinte cenário:

Pergunta 1: Porque é que a *foamizadora* parou? Resposta: Por causa do corte de ourelas.

Pergunta 2: Mas porquê? Resposta: Porque as orlas enrolaram-se nos cilindros de transporte de *foamizado*.

Pergunta 3: Enrolaram-se porquê? Resposta: Porque o operador não teve tempo de colocar as orlas no sistema de aspiração.

Pergunta 4: Mas porquê? Resposta: Porque as orlas ao serem cortadas pelas lâminas tendem a cair e o sistema de aspiração encontra-se em cima. Assim, enquanto o operador esta a colocar as orlas de um dos dois sítios em cima no sistema de aspiração, no outro sítio as orlas tendem a enrolar-se nos cilindros.

Na sequência da última resposta dada à pergunta 4, facilmente se entende a causa da paragem através da ilustração do sistema de aspiração sinalizado a vermelho na figura 36.

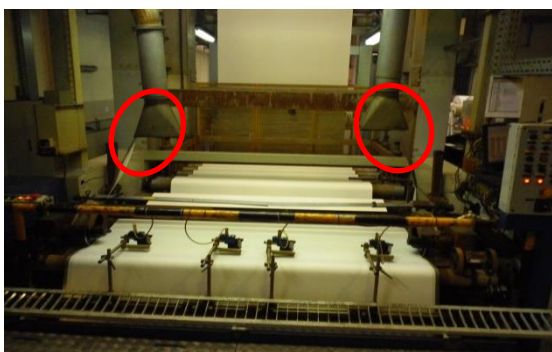


Figura 36 – Posto do corte de ourelas

O sistema de aspiração provoca em média 13 paragens/mês da *foamizadora* (dados recolhidos do MES-ATA), correspondendo a 13 metros/mês de *foamizado* não conforme e a um custo médio para a empresa de 130 euros/mês, sem contar com o tempo perdido a solucionar o problema.

### 3.3.5 Posto 5 – Enrolamento

#### Entrada e saída de matéria-prima

Neste posto de trabalho não há entradas nem saídas de matéria-prima. O operador que está neste posto de trabalho apenas lida com a entrada e saída de cavaletes de *foamizado*, tal como é ilustrado na figura 37.



Figura 37 – Zona de *picking* de cavaletes de *foamizado* vazios e cheios

#### Parâmetros a regular

Neste posto de trabalho o operador tem apenas que regular a tensão de saída do acumulador de *foamizado* e a tensão de saída do sistema de enrolamento.

Para além desses parâmetros a regular o operador deve controlar a metragem por cavalete de *foamizado*, ter em conta o sentido de enrolamento do *foamizado* e marcar com giz a zona de descolado que corresponde a uma paragem da *foamizadora*.

Este posto de trabalho é o primeiro posto de controlo do *foamizado*, pelo que o operador deve estar fora do seu posto o mínimo de tempo possível de modo a controlar se o *foamizado* está a ser produzido segundo as especificações. No caso de visualizar algum defeito, ou se não cumprir com os valores de aderência ou espessura exigidos pelo cliente, deve avisar o piloto da máquina com a finalidade de resolver o problema e evitar produzir com defeito.

### Principais tipos de desperdício

Os principais tipos de desperdício identificados neste posto de trabalho foram:

- Quantidade de *foamizado* com defeito e que é rejeitado;
- Quantidade de *foamizado* desperdiçado por cada amostra tirada para controlo;
- Deslocação desnecessária do operador ao posto de alimentação de espuma, para verificação da espessura de uma dada ordem de fabrico no medidor de espessura;
- Tempo em que o operador se encontra fora do posto de trabalho, quer seja para ir buscar ou levar cavaletes de *foamizado* para a zona de *picking* ou por outra razão. Enquanto está fora do posto de trabalho pode estar a ser produzido *foamizado* não conforme.

### Lista de tarefas

As tarefas realizadas neste posto de trabalho são todas realizadas enquanto a *foamizadora* está a trabalhar, pelo que a *foamizadora* só pára devido a este posto em caso de emergência.

Foi criada uma lista de todas as tarefas executas por este operador, que se encontra no anexo N, para registo de tempos de todas as tarefas com a finalidade de *à posteriori* serem desenvolvidas das fichas de *standardized work* também para este posto de trabalho.

As únicas tarefas que o operador tem que realizar com o sistema de enrolamento parado, fazendo subir o acumulador de *foamizado* são:

- Tirar amostras, sempre que a *foamizadora* começa a trabalhar e sempre que muda de cavalete, para controlo da aderência e espessura do *foamizado*;
- Unir *foamizado* procedendo à passagem do *foamizado* de um cavalete cheio para outro vazio que já se encontra previamente colocado no posto de trabalho.

### Análise de tempos e métodos

O facto de existir um acumulador à entrada do posto de enrolamento permite ao operador efetuar as tarefas de tirar amostra e de troca de cavalete de *foamizado*, cujos tempos se encontram no anexo O.

A tarefa de analisar amostras no medidor de espessura, presente no anexo O, é uma tarefa crítica, visto que o operador para a realizar tem que se ausentar durante cerca de um minuto do seu posto de trabalho e deslocar-se até o posto de alimentação de espuma para proceder à medição da espessura. Durante esse tempo não há controlo do *foamizado* que está a ser produzido.

## 4 Propostas de melhoria

Neste capítulo são descritas propostas de melhoria e respetivos ganhos inerentes à sua aplicabilidade.

### 4.1 Equipas de trabalho e motivação dos trabalhadores

Por forma a combater alguns atritos observados entre as duas equipas de trabalho que constituem os dois turnos de trabalho diários, como a falta de comunicação e transmissão de informação importante, sugere-se a rotatividade dos operadores entre equipas. Desta forma fomenta-se a união e elimina-se alguma rivalidade existente.

Segundo Womack, Jones e Roos (1990) as equipas de trabalho devem estar unidas e deve haver rotatividade dos membros das equipas de trabalho.

Um outro aspeto observado que pode ser melhorado é o facto do chefe de equipa ser o piloto da máquina e de ser o único habilitado a trabalhar no posto da *foamizadora*. Neste caso, sempre que ocorre uma paragem da linha de produção e se procede à concretização de determinadas operações, o piloto da máquina deve estar presente e preparado para arrancar com a *foamizadora* mal as operações necessárias estejam terminadas. No entanto, este cenário por vezes não era respeitado, provocando paragens mais longas pela ausência do piloto da máquina para dar início à produção.

Para eliminar estes acontecimentos sugere-se a necessidade de dar formação de piloto da máquina a pelo menos mais dois operadores, visto que aos dias de hoje só existem dois operadores habilitados a trabalhar no posto da *foamizadora*, um por equipa de trabalho. O objetivo passa pela constituição de equipas de trabalho com, pelo menos, dois operadores, aptos a desempenharem as funções de piloto da máquina.

A empresa possui um sistema de sugestões de melhoria, em que os operadores podem apresentar sugestões ao grupo de melhoria contínua que, posteriormente, as avalia e valida. Neste sistema, se a sugestão for validada o operador é premiado. Contudo, através de uma conversa com os operadores foi possível constatar que não estão motivados para sugerir novas oportunidades de melhoria, pois sentem que as sugestões dadas não são valorizadas pelo facto de não estarem visíveis ao público e por muitas das vezes não saberem a razão pela qual não foi aceite.

Com o intuito de harmonizar o funcionamento do atual sistema de sugestões, criou-se uma zona onde todas as sugestões realizadas pelos operadores, com respetivas avaliações do grupo de melhoria, podem ser consultadas por qualquer operador. Desta forma, podem ser consultadas as sugestões efetuadas pelos colegas, bem como o estado de cada sugestão. Um outro aspeto positivo é a possibilidade de poderem melhorar as sugestões dadas pelos colegas ao torná-las visíveis a todos, fomentando a imaginação e a motivação dos trabalhadores.

### 4.2 Aplicação das metodologias SMED, *Hoshin* e 5S

Nesta secção são apresentadas as propostas de melhoria que baseiam-se na aplicação das metodologias SMED, *Hoshin* e 5S.

#### 4.2.1 Alteração do Layout

No que diz respeito à saída de matéria-prima do posto de alimentação de espuma e de tecido criou-se um parque para colocação de rolos de espuma, e outro para colocação de cavaletes de tecido à espera de serem transportados para armazém, devidamente identificados.

A vantagem da criação destes parques está relacionada com a organização e a fácil identificação dos locais onde devem ser colocadas as matérias-primas que vão sair da linha de *foamização*.

O parque de rolos de espuma, antes e depois da modificação de *layout*, pode ser visualizado nos anexos D e E, onde pode ser verificado que os rolos de espuma que saem da linha de *foamização* eram colocados junto aos que entram, gerando alguma confusão. Com a alteração realizada evita-se a ocorrência de potenciais erros na troca de matérias a entrar e a sair da linha de produção, pelo que agora o operador consegue facilmente identificar qual o rolo que vai entrar de seguida.

Uma outra vantagem desta alteração é a libertação do espaço ocupado pelos rolos de espuma que ficavam à espera para serem transportados para armazém. Este espaço ficou disponível para o empilhador realizar a troca do contentor de depósito de desperdício de espuma sempre que necessário.

Em relação à criação do parque de cavaletes de tecido pode-se verificar, nos anexos D e E, que com a alteração do *layout* se libertou a zona definida para a passagem dos empilhadores e ao mesmo tempo foi obtido um ganho a nível de tempo de realização da tarefa de tirar suportes vazios no que respeita à saída de cavaletes. Esta redução deve-se ao parque de cavaletes de tecido criado se encontrar mais próximo do posto de trabalho, reduzindo o percurso que o operador fazia na maior parte das vezes com o *layout* antigo.

O ganho de tempo é apresentado na tabela 8. Independentemente do cenário foi possível reduzir o tempo praticado anteriormente em, aproximadamente, 32%. A descrição de cada um dos cenários pode ser consultada no anexo I.

Tabela 8 – Tempos e ganhos da tarefa de tirar suporte vazio (cavalete)

Cenário	Tempo (s) médio: Antes	Tempo (s) médio: Depois	Ganho de tempo (s)	Ganho de tempo (%)
III	31	23,75	7,26	23%
II	49	34,88	14,13	29%
I	26	15,00	11,00	42%
Média Total	35,3	24,5	11	32%

#### 4.2.2 Alteração da zona de embalagem e aquisição de um novo equipamento de transporte de cavaletes de tecido

Sugere-se uma alteração da zona de embalagem de rolos de tecido para o novo parque de cavaletes de tecido, com o intuito de libertar a zona de passagem representada na figura 38 pelas riscas amarelas.

Com esta alteração será possível ganhar 47 segundos na operação de troca de cavalete de tecido, realizada por um único operador. Apesar de na maior parte das vezes esta operação ocorrer enquanto a *foamizadora* está a funcionar, não deixa de representar um ganho, na

medida em que o operador tem mais tempo livre para concretizar outras tarefas, como tirar o plástico de proteção dos rolos de tecido em espera na zona de *picking*.

Neste caso, a zona de passagem fica livre para a entrada do cavalete seguinte. Assim, em caso de paragem da *foamizadora* para mudança de tecido-espuma, enquanto um operador está a embalar o rolo de tecido que saíu, um outro operador pode proceder ao transporte do novo cavalete para junto do acumulador de tecido.



Figura 38 – Zona de embalagem dos rolos de tecido

Contudo, para que um segundo operador disponível possa transportar o novo cavalete de tecido para junto do acumulador do tecido, será necessário adquirir um novo equipamento de transporte de cavaletes de tecido, visto só existir um porta-paletes.

Neste caso sugere-se, com base nas propostas recolhidas pelo contacto com alguns fornecedores e presentes no anexo O, que seja adquirido um porta-paletes manual em tesoura por ter um custo de aquisição mais baixo do que a mesa elevatória, e por se tratar de um equipamento móvel ao contrário da mesa elevatória que é fixa. O porta-paletes manual de tesoura foi sugerido em vez do porta-paletes manual, apesar de ter um custo mais elevado, por permitir transportar cavaletes como o atual porta-paletes manual e por permitir a elevação de rolos de matérias-primas até à altura da zona de colocação de rolos para costura.

Com a possibilidade de elevar os rolos até a zona de costura será possível eliminar a existência de um operador extra para ajudar na colocação de rolos pesados no posto de alimentação de tecido.

Um outro ganho com a aquisição de um porta-paletes extra consiste no tempo que um operador demora a preparar cavaletes para transportar, neste caso cavaletes de tecido sem rodas. Esse tempo pode ser eliminado com um segundo porta-paletes.

Assim, enquanto a *foamizadora* está em funcionamento, o operador pode preparar o cavalete seguinte. Em média será possível poupar cerca de 11 segundos por paragem de mudança de cavalete, o que representa um ganho no índice de disponibilidade em 0,1%.

#### 4.2.3 Implementação de um aviso sonoro no posto de alimentação de espuma

A implementação de um aviso sonoro no posto de alimentação de espuma vai ajudar a reduzir o número de vezes em que o acumulador de espuma bate no fundo, isto é, em que atinge a posição zero e não está acionado o botão para alimentar espuma ao acumulador.

Neste caso toda a linha de *foamização* pára cerca de 40 segundos, tempo este entendido por uma microparagem. Para além do tempo despendido há ainda desperdício de um metro de *foamizado*, com um custo aproximado de 10 euros.

Caso esta proposta venha a ser implemetada deve ser definida a distância ótima a que o acumulador deve estar da posição zero para acionar o aviso sonoro, de modo a permitir que o operador tenha tempo de chegar até à consola de comandos e acionar o botão para alimentar espuma, sendo evitada uma paragem desnecessária.

#### **4.2.4 Alteração do sistema de aspiração de orlas no posto do corte de ourelas**

Com base na análise realizada ao posto do corte de ourelas foi possível concluir que o atual sistema de aspiração de orlas não era o mais indicado e que originava algumas paragens da *foamizadora*. Para tal, sugere-se uma alteração do atual sistema de aspiração, colocando o sistema de aspiração em baixo, de modo a que as orlas ao serem cortadas caiam diretamente dentro do sistema de aspiração.

Deste modo, o operador não tem que se preocupar com a colocação das orlas no sistema de aspiração e evitam-se paragens da *foamizadora* devido ao operador não conseguir ser suficientemente rápido para impedir que as orlas se enrolem nos cilindros de transporte de *foamizado*.

Caso esta sugestão venha a ser implementada, e tendo considerado que é bem sucedida, será possível reduzir a quantidade de paragens da *foamizadora* em cerca de 143 paragens/ano, reduzindo os custos inerentes a estas paragens, no que respeita ao desperdício de *foamizado* em 1.430 euros por ano.

#### **4.2.5 Redução do tempo de paragem para troca da terceira componente alimentada no posto da *foamizadora***

Nesta secção sugere-se a externalização da tarefa designada por tirar tubo pneumático da *foamizadora*, pousá-lo e retirar o tudo de cartão, assim como da tarefa de tirar plástico ou película aderente integradas numa operação de troca de rolo de MP. A realização destas tarefas demora, em média, cerca de 29 segundos.

De forma a ser possível realizar as tarefas referidas enquanto a *foamizadora* está em funcionamento será necessário duplicar os tubos pneumáticos usados e deixar de usar película aderente para embalar os rolos de MP que saem para armazém. Sugere-se a utilização de um plástico que permita ser cortado antes do rolo de MP entrar na *foamizadora*, e que proteja o rolo de MP da sujidade depositada no piso onde este se encontra.

A existência de dois tubos pneumáticos de cada tipo permite uma preparação prévia do rolo de MP que vai entrar e que atualmente é realizada em tempo de *setup* interno. O único inconveniente é o custo de aquisição do segundo tubo pneumático de cada tipo. Na figura 39 é possível verificar que atualmente existem três tubos diferentes, sendo necessário adquirir outros três. O custo estimado para esta aquisição é de 7.500 euros.

O ganho associado a esta proposta consiste num aumento do tempo de funcionamento da linha de *foamização*, permitindo um aumento do índice de disponibilidade em cerca de 0,6% e um aumento do OEE. Este ganho encontra-se estimado no anexo Q.

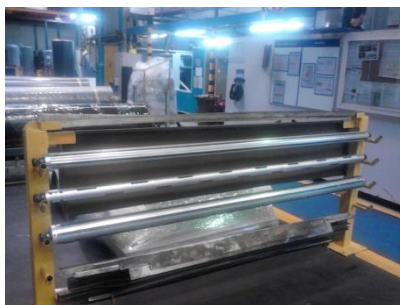


Figura 39 – Tubos pneumáticos

Posto isto, a empresa conseguirá ganhar cerca de 2.637 euros por ano com o aumento da capacidade produtiva, permitindo amortizar o custo de aquisição do equipamento orçado no prazo de 3 anos.

#### 4.2.6 Eliminação da operação de mudança de tecido-espuma ou só de espuma

No que diz respeito à paragem para mudança de tecido-espuma, ou só espuma, realizada por não ser possível, com os atuais mecanismos disponíveis, fazer coincidir a entrada da espuma e do tecido ao mesmo tempo na *foamizadora*, bem como saber a quantidade de matérias em curso, sugere-se de seguida uma proposta que permite eliminar esta paragem.

##### Descrição das variáveis

$A$ : conta-metros de espuma à entrada da *foamizadora*

$B$ : conta-metros de espuma à entrada do acumulador de espuma

$C$ : conta-metros de tecido à entrada da *foamizadora*

$D$ : conta-metros de tecido à entrada do acumulador do tecido

$X_A$ : quantidade de espuma em metros que já foi transformada (que já foi *foamizada*)

$X_B$ : quantidade de espuma em metros que já entrou no acumulador de espuma

$X_C$ : quantidade de tecido em metros que já foi transformado (que já foi *foamizado*)

$X_D$ : quantidade de tecido em metros que já entrou no acumulador do tecido

$X_{CT}$ : fator de correção do tecido

$X_{CE}$ : fator de correção da espuma

$X_{RE}$ : quantidade consumida do último rolo de espuma em metros

$X_{RT}$ : quantidade consumida do último rolo de tecido em metros

A representação das posições dos conta-metros pode ser observada na figura 40.

Os fatores de correção mencionados na descrição das variáveis por  $X_{CT}$  e  $X_{CE}$ , dizem respeito ao facto de o tecido, e principalmente, a espuma, serem elásticos. Estes terão que ser estimados através de experiências realizadas às várias famílias de espumas e de tecidos, procedendo-se da seguinte forma:

1º Medir o comprimento da espuma e do tecido desde a sua entrada nos sistemas de acumulação até à entrada da *foamizadora* (sobre as tensões exigidas no processo);



2º Medir esse mesmo comprimento da espuma e do tecido, só que agora no chão, isto é, sem tensões aplicadas;

3º Verificar a diferença entre o comprimento medido sobre tensão e o medido sem tensão e incrementar esse fator de correção para cada família de espuma e tecido ao sistema.

### Descrição matemática

$X_D - X_C \pm X_{CT}$ : quantidade de tecido em curso com ajuste

$X_B - X_A \pm X_{CE}$ : quantidade de espuma em curso com ajuste

Daqui resulta a seguinte expressão:

$$X_{VALOR} = (X_D - X_C \pm X_{CT}) - (X_B - X_A \pm X_{CE}) \quad (1)$$

Tendo em conta a expressão (1), descrevem-se os seguintes procedimentos:

- Se  $X_{VALOR} = 0$ , então

Significa que a quantidade de espuma e tecido em curso estão em equilíbrio. Assim sendo, o operador que está no posto de alimentação de espuma deve parar o acumulador e proceder à mudança do rolo de espuma.

- Se  $X_{VALOR} > 0$ , então

Significa que a quantidade de tecido é superior à quantidade de espuma em curso. Deste modo, o operador do posto de alimentação de espuma deve continuar a alimentar o acumulador de espuma.

- Se  $X_{VALOR} < 0$ , então

Significa que a quantidade de espuma em curso é superior à quantidade de tecido. Neste caso o operador deve parar de alimentar espuma até que o  $X_{VALOR}$  se torne positivo, isto se, quem está no posto de alimentação de tecido ainda não tiver gerado a contagem para a ordem de fabrico seguinte. Caso já exista uma contagem seguinte, o operador do posto de alimentação de espuma deve proceder à troca imediatamente.

Por forma a controlar a quantidade consumida do último rolo de espuma e do último rolo de tecido descrevem-se as seguintes expressões:

$$X_{RE\ n} = |X_{B\ n+1} - X_{B\ n}| \quad (2)$$

$$X_{RT\ n} = |X_{D\ n+1} - X_{D\ n}| \quad (3)$$

Quando aciona pela primeira vez o botão “+”, o operador regista os valores lidos pelos conta-metros  $B$  e  $D$  até ao momento  $n$  e, quando volta acioná-lo pela segunda vez, volta a registar novos valores lidos pelos conta-metros até esse preciso momento  $n+1$ . Realizando a diferença entre esses valores registados de quantidade acumulada de rolos de espuma e de tecido, obtêm-se os valores de  $X_{RE}$  e de  $X_{RT}$  do rolo  $n$ .

### Descrição do sistema de suporte necessário

O sistema de suporte tem que permitir retomar os conta-metros a zero por cada ordem de fabrico em cada um dos postos identificados na figura 40.

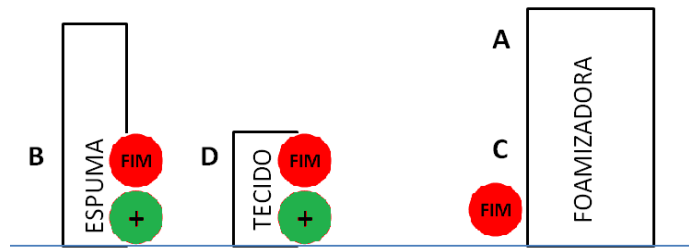


Figura 40 – Representação dos comandos

Deve ainda permitir que os operadores do posto de alimentação de espuma e tecido tenham acesso ao  $X_{VALOR}$  e a outros dados relevantes, representados na figura 41.

A quantidade do último rolo e a quantidade acumulada, dizem respeito a cada um dos postos de trabalho. O único valor em comum aos dois postos de trabalho é o  $X_{VALOR}$ .

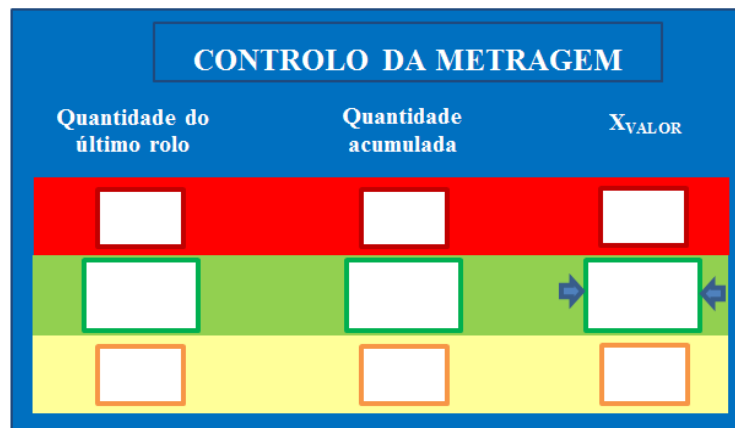


Figura 41 – Interface visível aos operadores

As cores da figura 41 significam:

- O verde representa a contagem atual;
- O vermelho regista a contagem antiga, caso o operador necessite desses valores para fazer algum registo;
- O amarelo regista a contagem seguinte.

Tendo em conta que quem comanda o processo é o posto do tecido, este procede à mudança de OF primeiro que o posto da espuma, pelo que tem que gerar uma nova contagem registada na zona a amarelo.

- Posto de alimentação de espuma

Sempre que  $X_{VALOR} = 0$ , o operador aciona o botão “FIM”. Este botão permitirá retomar o conta-metros da espuma a zero. A contagem atual representada a verde passa para a zona vermelha e a contagem seguinte gerada pelo posto de alimentação de tecido representada a amarelo passa para a zona verde.

Sempre que o operador procede à mudança de rolo de espuma dentro de uma ordem de fabrico aciona o botão com o símbolo “+”, para controlo da quantidade de matéria-prima consumida do último rolo que entrou. De modo, a que o operador através do sistema MES-ATA possa gerar uma etiqueta com a quantidade restante para identificar os rolos que são devolvidos ao armazém.

- Posto de alimentação de tecido

Sempre que o operador acaba de alimentar um certo tipo de tecido e pára o acumulador para proceder à troca, deve acionar o botão de “FIM”, retomando desta forma o conta-metros do tecido a zero.

Ao acionar o botão de “FIM” está a gerar uma nova contagem representada na interface pela zona a amarelo, à espera que o operador do posto de alimentação da espuma acione também o botão de “FIM” e passe então a verde.

Sempre que o operador procede à mudança de rolo, neste caso de tecido, dentro de uma ordem de fabrico, aciona o botão com o símbolo “+”, com a mesma finalidade que no posto anterior, para inserir no sistema MES-ATA a quantidade consumida do último rolo de tecido.

- Posto da *foamizadora*

O operador que se encontra neste posto de trabalho deve ser avisado pelo operador do posto de alimentação de espuma que foi iniciada uma nova ordem de fabrico. Por forma a este estar atento e poder visualizar a chegada da emenda e da marca que diz “OUTRA”, realizada pelo operador do posto de alimentação de espuma. Com a finalidade de acionar nesse preciso momento o botão de “FIM”, retomando os conta-metros do posto da *foamizadora* a zero.

### **Ligação ao MES-ATA**

Terá que haver uma ligação ao MES-ATA, para permitir que o operador visualize o  $X_{VALOR}$  e também para que o sistema tenha acesso à referência da espuma e do tecido a entrar, por forma a incrementar o fator de correção que varia com o tipo de espuma e tecido. Desta forma a interface da figura 41 deve ser integrada no MES-ATA. Essa esquematização pode ser visualizada no anexo R.

Os dados que devem ser captados do MES-ATA para este sistema funcionar na perfeição são: o número da ordem de fabrico, a referência da matéria-prima e o fator correção associado.

### **Principais aquisições de equipamentos**

Sugere-se a aquisição de quatro conta-metros sem contacto, para permitir a medição à distância através de laser, por possuírem uma precisão mais elevada que os atuais conta-metros por contacto.

Os atuais conta-metros, dada a sua natureza de contacto, estão sujeitos a erros maiores de medição devido a deslizamentos, vibrações, desgaste e acumulação de sujidade.

Em contrapartida, podem ser usados os atuais conta-metros por contacto, apesar de não ser o mais indicado para este tipo de solução, por não serem precisos.

No anexo S podem ser consultados os orçamentos para cada um dos casos mencionados, sendo o valor de aquisição, para quatro conta-metros sem contacto, estimado em 28.224 €.

### **Implicações**

Para ordens de fabrico inferiores a 100 m considera-se que os conta-metros A e C não podem ser usados, pois a distância desde a entrada do acumulador da espuma até a entrada da *foamizadora*, com o acumulador cheio é cerca de 85 m. Neste caso, sugere-se que o operador da *foamizadora* seja avisado previamente para não retomar os conta-metros a zero para aquela

ordem de fabrico em concreto, apenas retomando a zero na ordem seguinte. Neste caso, as paragens para troca de matérias-primas para uma ordem de fabrico continuaram a existir. Por forma, a minimizar a quantidade de desperdício.

Nestes casos, os operadores do posto de alimentação de espuma e de tecido gerem-se apenas pela quantidade acumulada da contagem atual, visível na interface. Bem como, por um controlo visual à quantidade de tecido que está no acumulador do tecido.

### **Ganho estimado com a eliminação das paragens**

O ganho total inerente a esta proposta, considerando as implicações referidas, será um ganho de 6,3% do tempo perdido com estas paragens em relação ao tempo de abertura. Espera-se aumentar o tempo de funcionamento em 6,3% do tempo de abertura, aumentando o índice de disponibilidade na mesma proporção. O cálculo do ganho estimado encontra-se no anexo T1. O OEE irá também aumentar.

Outro ganho proveniente desta solução passa pela redução da quantidade de espuma que é rejeitada no posto da *foamizadora*, pelo facto de não ser possível fazer coincidir a chegada das matérias (tecido e espuma) ao mesmo tempo à *foamizadora*. Para tal é enviada espuma a mais, gerando cerca de dois metros de desperdício de espuma por OF. Com base no anexo T2 é estimada a poupança desta proposta, com a eliminação deste desperdício de espuma, em 5.944 euros/ano.

Há ainda um outro ganho associado a esta proposta que consiste no ganho proveniente do *foamizado* rejeitado por cada uma destas paragens. Sendo rejeitado cerca de um metro de *foamizado* por paragem da *foamizadora*, será possível reduzir, com base no anexo T2, cerca de 21.340 euros/ano.

Na totalidade, no que diz respeito a *foamizado* e matéria-prima desperdiçada será possível poupar-se ao ano cerca de 27.284 euros.

Este ganho de 6,3% do tempo perdido com estas paragens em relação ao tempo de abertura pode ser utilizado para aumentar a capacidade produtiva da empresa em 2.750.517 euros por ano como pode ser constatado no anexo T2, visto que se aumenta a disponibilidade da *foamizadora*. Tendo em conta a situação atual da empresa, em que o volume de encomendas tende a diminuir, interessa pensar se é possível reduzir o número de operadores. Tendo em conta ao anexo T2, será possível reduzir um operador, poupando-se cerca de 12.000 euros por ano.

Assim, reduzindo um operador e com o ganho associado ao desperdício de MP e de *foamizado*, reduz-se cerca de 39.284 euros aos custos anuais da empresa. Se interessasse à empresa aumentar a capacidade produtiva, seriam obtidos ganhos de 2.777.801 euros por ano, contando com o ganho inerente à poupança do desperdício das matérias-primas e de *foamizado*.

Os ganhos considerados permitirão amortizar o valor do investimento dos conta-metros sem contacto em menos de 12 meses.

#### 4.2.7 Aumento das ordens de fabrico

Por forma a entender o peso que as ordens de fabrico muito pequenas têm no OEE e na disponibilidade da *foamizadora*, foi realizado um estudo às ordens de fabrico inferiores a 200 metros, que pode ser consultado no anexo U1.

Segundo este estudo foi possível constatar que se a empresa apenas produzir ordens de fabrico com 200 metros de metragem mínima reduzirá o número de paragens de mudança de ordem de fabrico, necessárias para regular os parâmetros exigidos pelo cliente. Aumentando-se a disponibilidade da *foamizadora* em cerca de 3,8% do tempo de abertura, sendo ainda possível reduzir a quantidade de matéria-prima que é rejeitada, e que custa à empresa 5.464 euros/ano, bem como a quantidade de *foamizado* não conforme originado por cada paragem deste tipo e que custa à empresa 19.514 euros/ano.

Se as ordens de fabrico forem todas superiores a 200 metros, o ganho inerente à proposta para eliminar as paragens de mudança de tecido-espuma, ou só de espuma, presente no anexo T1 e T2, será bem maior pois a implicação referida na proposta apresentada deixa de existir. O ganho de disponibilidade da *foamizadora* aumentará de 6,3% para 7,9% do tempo de abertura, presente no anexo U2, aumentando também a poupança em gastos de matérias-primas e de *foamizado* não conforme, valor esse apresentado no anexo U3.

#### 4.2.8 Externalização da tarefa de troca de lâmina

A tarefa de troca de lâmina da espátula da operação de limpeza consiste numa operação de manutenção autónoma. Esta tarefa é tipicamente realizada numa operação de limpeza dupla e em tempo de *setup* interno.

Um operador sempre que termina a operação de limpeza coloca a espátula na zona identificada pela figura 42, onde se encontram espátulas em bom e em mau estado. Consequentemente, quando um operador vai buscar uma espátula para proceder à limpeza dos cilindros, tem que escolher uma espátula em bom estado. Caso não exista nenhuma procede à troca de lâmina, que demora em média 80 segundos.



Figura 42 – Zona para reposição de espátulas após limpeza

Sugere-se a alteração desta tarefa para *setup* externo, passando a ser realizada enquanto a *foamizadora* está a funcionar pelo piloto da máquina ou pelo operador do corte de ourelas.

Para um melhor controlo das espátulas em bom e em mau estado sugere-se a construção de um quadro de espátulas, representado no anexo V, em que um operador facilmente consegue identificar as espátulas que estão em bom estado.

Sempre que terminam uma operação de limpeza, os operadores devem examinar a espátula e colocá-la no devido lugar representado pelas cores do quadro de espátulas apresentadas no anexo V. Quando a *foamizadora* começar a funcionar, os operadores responsáveis pela troca de lâminas devem proceder à troca de lâminas das espátulas que se encontram na zona representada a vermelho no quadro de espátulas.

O quadro de espátulas deve conter também as ferramentas necessárias para proceder à troca de lâmina e duas caixas de lâminas, estando uma em utilização e outra mantida fechada até que a que está em uso acabe. Quando a caixa que está em uso termina, o operador deve colocar um cartão de reposição de uma caixa de lâminas no quadro de *kanbans* disponível na fábrica, por forma a que os operadores do armazém procedam à sua reposição. Uma caixa de lâminas dura em média 11 dias, pelo que o operador de armazém possui esse tempo para proceder à reposição.

#### **4.2.9 Redução do tempo de limpeza**

Com o intuito de reduzir o tempo de limpeza sugere-se o aumento do comprimento das lâminas das espátulas de limpeza para o dobro. Apesar do comprimento ser o dobro não se espera uma redução de 50% do tempo atual, pelo facto de que numa limpeza a zona abrangida pela lâmina tem que se sobrepôr por forma a garantir que não existe nenhuma zona do cilindro que não foi afetada pela lâmina da espátula de limpeza. Espera-se assim uma redução de 40% do tempo em que a lâmina está em contacto com os cilindros.

A tarefa de limpar cilindros e queimadores, referida na fase de recolha e análise de dados, inclui a limpeza dos cilindros, dos queimadores e do jato de pressão de ar para limpar os resíduos suspensos nos cilindros e nas zonas envolventes. Deste modo, retirando o tempo médio de utilização do jato de pressão de ar para uma limpeza simples e dupla, e tendo em conta que a limpeza dos queimadores é realizada em paralelo com a limpeza dos cilindros, extraem-se os tempos de limpeza em que a espátula está realmente em contacto com os cilindros, tempos esses e respetivos ganhos apresentados no anexo W.

Estima-se um ganho de 1,4% do tempo perdido com paragens deste tipo em relação ao tempo de abertura, aumentando-se o tempo de funcionamento em 1,4% do tempo de abertura, bem como o índice de disponibilidade.

#### **4.2.10 Redução do tempo de medir espessura**

Adquiriu-se um novo medidor de espessura para o posto do enrolamento, representado no anexo X, por forma a eliminar o tempo em que o operador estava fora do seu posto de trabalho para realizar a tarefa de análise das amostras no medidor de espessura. Esta tarefa implicava que o operador se ausentasse do seu posto de trabalho cerca de 60 segundos.

A saída de *foamizado* pode chegar a atingir os 36 metros por minuto, pelo que o operador ao ausentar-se 60 segundos para concretizar esta tarefa e tendo em conta que o custo do *foamizado* é, em média, de 10 euros por metro, pode provocar 360 euros de *foamizado* não conforme.

#### 4.2.11 Sistema de *galgagem* automática

Por forma a melhorar a precisão do atual sistema de *galgagem* dos cilindros e queimadores, que muitas das vezes resulta em *foamizado* não conforme, sugere-se a implementação de um sistema de *galgagem* automático.

Através do contacto com alguns fornecedores foi possível obter um estudo para o fornecimento do equipamento e software necessário bem como para a sua instalação, orçado em 16.968 euros.

A implementação deste sistema para além de garantir uma maior precisão da separação dos cilindros e queimadores, pode reduzir o tempo da atual tarefa de *galgagem* dos cilindros e queimadores. Permite também reduzir o número de operadores necessário para a *galgagem* dos cilindros de três operadores, que é a situação ótima, para apenas um único operador, libertando-se os outros dois operadores para realizarem outras tarefas.

#### 4.3 Criação de fichas de *Standardized Work*

A criação das fichas de *standardized work* constituía um dos principais objetivos deste projeto.

Para a construção destas fichas foi necessária a recolha de tempos de todas as tarefas realizadas, para cada um dos cinco postos de trabalho da linha de *foamização*. Os tempos recolhidos, recorrendo ao uso de cronómetros, são tempos referentes a tarefas realizadas quer com a linha de *foamização* em funcionamento, quer com a linha de *foamização* parada.

Os tempos medidos foram registados numa base de dados, ilustrada no anexo C, onde foram analisados e definidos os tempos *standard* para cada uma das tarefas. Foram registados também os percursos realizados por cada operador para concretizar cada tarefa, de modo a estudar e definir *à posteriori* o percurso ótimo para cada uma dessas tarefas.

De toda esta análise resultaram:

- para o posto de trabalho de alimentação de espuma, 5 fichas;
- para o posto de alimentação de tecido, 7 fichas;
- para o posto da *foamizadora*, 28 fichas, tendo em conta o elevado número de paragens e de tarefas diferentes existentes nesse posto;
- para o posto do corte de ourelas, 2 fichas;
- para o posto do enrolamento, 6 fichas.

Desta forma, a *foamizadora* conta com 48 fichas de *standardized work*, que descrevem todas as tarefas realizadas em cada um dos cinco postos de trabalho.

Estas fichas refletem o tempo *standard*, os metros *standard* percorridos, o número de operadores necessários e o percurso ótimo para cada uma das tarefas. Uma ilustração tipo destas fichas pode ser observada na figura 43. Dois exemplos mais detalhados destas fichas de *standardized work* são apresentados nos anexos Y1 e Y2.

As cores das setas que representam o percurso que o operador “x” deve realizar para cada uma das tarefas, correspondem às mesmas cores das tarefas listadas, apesar destas estarem também numeradas. As setas a tracejado significam que o operador não está a realizar

nenhuma tarefa em concreto, apenas se está a deslocar para proceder à concretização da tarefa que se segue na lista de tarefas.

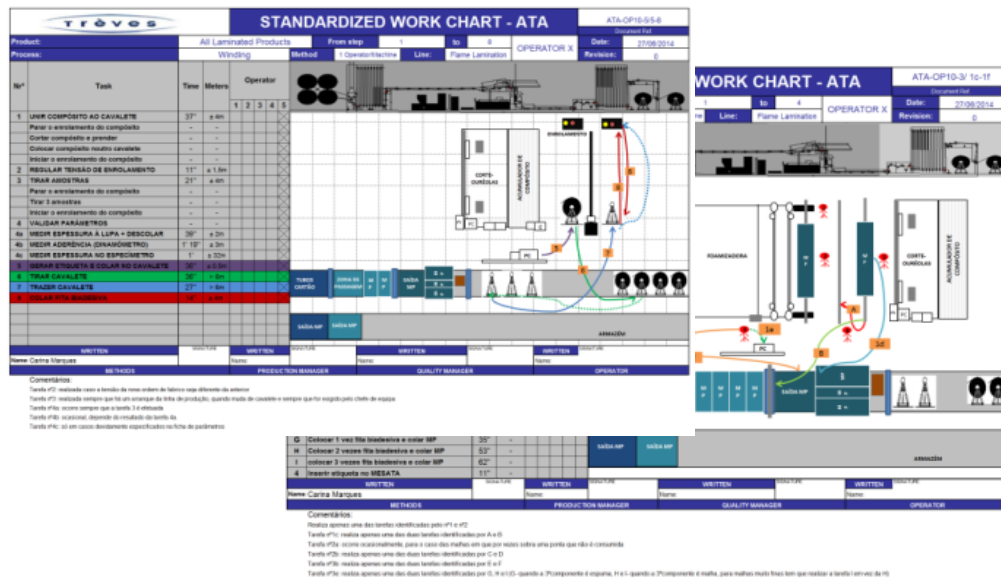


Figura 43- Fichas de *standardized work*



## 5 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

Os principais objetivos deste projeto foram cumpridos. Um dos objetivos passava pela construção de fichas de *standardized work* para toda a linha de *foamização* e o outro passava pela identificação dos desperdícios e sugestão de propostas de melhoria que representassem ganhos direcionados para um aumento da disponibilidade da *foamizadora*.

A empresa não possuía fichas de *standardized work*, sendo estas um dos indicadores exigidos pelo *Sprint*, sistema de produção industrial do grupo *Trèves* em que a empresa se insere. Atualmente a empresa possui e utiliza fichas de *standardized work*.

Para funcionarem na perfeição, as fichas de *standardized work* devem ser alvo de atualização contínua, com foco na melhoria contínua no que respeita a possíveis mudanças de métodos e tempos referentes à linha de *foamização*.

O caminho para o sucesso passa pela implementação de diversas metodologias *lean* que visem a melhoria de diversos setores empresariais, em que todos os membros da organização devem estar envolvidos como um todo nos processos de decisão, desde os gestores de topo até os operadores de máquina, remando todos na mesma direção.

Muitas das propostas apresentadas nestes projeto surgiram da interação com os operadores da linha de *foamização*, questionando e fomentando a imaginação de todos. Só assim, através de um grupo coeso e unido, foi possível por em causa as diversas metodologias praticadas que podem sempre ser melhoradas, por mínimo que seja o ganho associado.

Com as medidas propostas será possível, caso venham a ser implementadas, obter ganhos aproximados de 8,4% no índice disponibilidade. Os ganhos financeiros com a eliminação de desperdícios de matérias-primas e de produto acabado não conforme foram estimados em 28.714 euros por ano.

No que respeita a trabalhos futuros, sugere-se uma análise exaustiva ao planeamento da produção diária, ao sequenciamento da produção e ao tempo negociado com os clientes para emissão de pedidos de encomendas, com o intuito de aumentar a metragem das ordens de fabrico produzidas diariamente e que têm um impacto negativo no índice de disponibilidade e consequentemente no OEE.

Através de uma negociação com os clientes, e de um planeamento antecipado, poderá ser possível agregar pedidos de diversos clientes em ordens de fabrico superiores a 200 metros, com ganhos equivalentes a 3,8% no índice de disponibilidade e reduções de 24.978 euros por ano em desperdícios de materiais.

As propostas apresentadas, caso venham a ser implementadas no futuro, deverão ser alvo de um acompanhamento e controlo permanente, até que sejam definidos novos *standards* de trabalho compreendidos por todos.

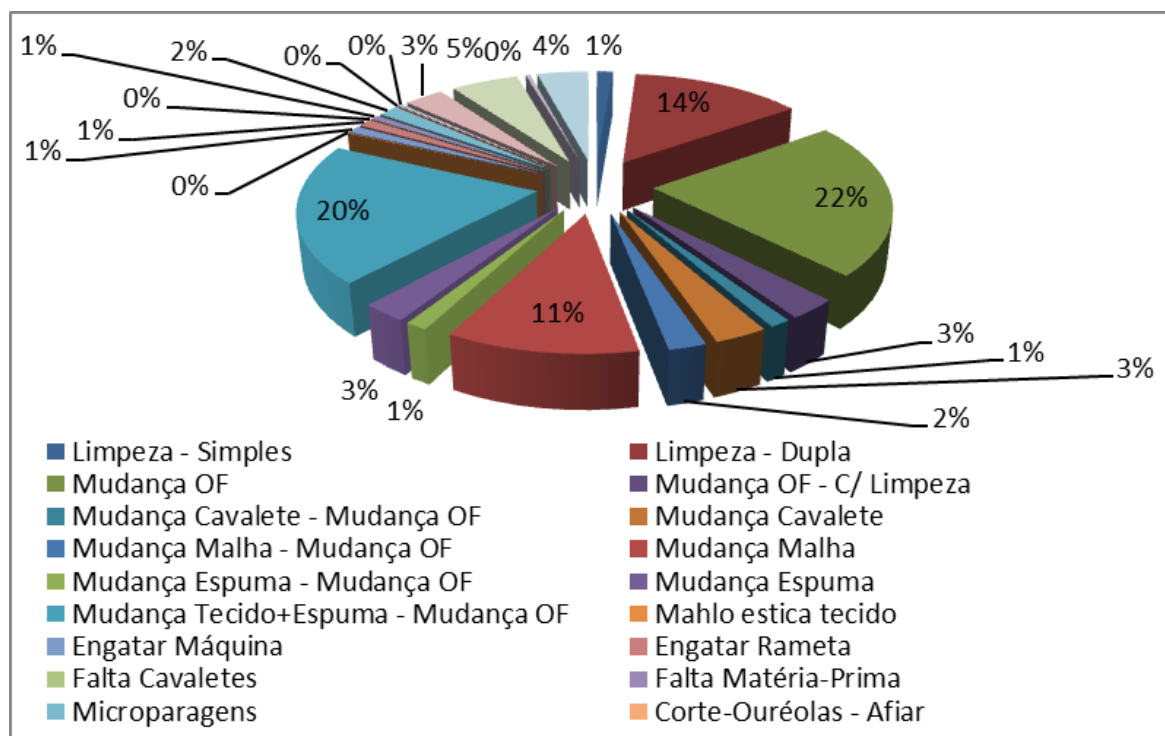
## Referências

- Almomani, Mohammed Ali, Mohammed Aladeemy, Abdelhakim Abdelhadi, and Ahmad Mumani. 2013. "A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques." *Computers & Industrial Engineering* 66 (2):461-469. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.011>.
- Chen, Hongyi, Richard R. Lindeke, and David A. Wyrick. 2010. "Lean automated manufacturing: avoiding the pitfalls to embrace the opportunities." *Assembly Automation* Vol. 30 (2):117 - 123.
- Gomes, D.F. , M. Pereira Lopes, and C. Vaz de Carvalho. 2013. "Serious Games for Lean Manufacturing: The 5S Game." *Tecnologias del Aprendizaje, IEEE Revista Iberoamericana* 8 (4):191-196.
- Greif, Michel. 1991. *The visual factory : building participation through shared information*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Herr, Karsten. 2014. *Quick Changeover Concepts Applied: Dramatically Reduce Set-Up Time and Increase Production Flexibility with SMED*. Broken Sound Parkway NW: CRC Press.
- Hicks, B. J. 2007. "Lean information management: Understanding and eliminating waste." *International Journal of Information Management* 27 (4):233-249. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2006.12.001>.
- Hirano, Hiroyuki. 2009. *JIT Implementation Manual: The Complete Guide to Just-in-Time Manufacturing*. Second Edition ed. Vol. 2, *Waste and the 5S's*. NW: CRC Press.
- Imai, Masaaki. 1988. *Kaizen : A estratégia para o sucesso competitivo*. 5ª Edição ed. São Paulo: IMAM.
- Imai, Masaaki. 1996. *Gemba Kaizen : Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica*. 1ª Edição ed. São Paulo: IMAM.
- Ingvaldsen, Jonas A., Halvor Holtskog, and Geir Ringen. 2013. "Unlocking work standards through systematic work observation: implications for team supervision." *Team Performance Management* vol. 19 (5/6):279 - 291.
- Jacobs, F. Robert, and Richard B. Chase. 2011. *Operations and Supply Chain Management*. thirteenth edition ed. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Liker, Jeffrey K., and David Meier. 2006. *The Toyota Way Fieldbook: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. United States of America: The McGraw-Hill Companies.
- McIntosh, R. I., S. J. Culley, A. R. Mileham, and G. W. Owen. 2000. "A critical evaluation of Shingo's 'SMED' (Single Minute Exchange of Die) methodology." *International Journal of Production Research* 38 (11):2377-2395. doi: 10.1080/00207540050031823.
- Melton, T. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries." *Chemical Engineering Research and Design* 83 (6):662-673. doi: <http://dx.doi.org/10.1205/cherd.04351>.
- Meyers, Fred E., and James R. Stewart. 2002. *Motion and time study for lean manufacturing*. Third Edition ed. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Monden, Yasuhiro. 1984. *Sistema Toyota de produção*. São Paulo: IMAM.
- Pinto, João Paulo. 2009. *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. 5ª Edição ed. Portugal: Lda.
- Shingo, Shigeo. 1985. *A revolution in manufacturing: The SMED System*. Productivity Pr.

- Sugimori, Y., K. Kusunoki, F. Cho, and S. Uchikawa. 1977. "Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system." *International Journal of Production Research* 15 (6):553-564. doi: 10.1080/00207547708943149.
- Suzaki, Kiyoshi. 2010. *Gestão de Operações LEAN: Metodologias Kaizen para a melhoria contínua*. 1ª Edição ed. Portugal: LeanOp, Unipessoal Lda.
- Timmermans, Stefan, and Steven Epstein. 2010. "A World of Standards but not a Standard World: Toward a Sociology of Standards and Standardization\*." *Annual Review of Sociology* 36 (1):69-89. doi: doi:10.1146/annurev.soc.012809.102629.
- Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel Roos. 1990. *THE MACHINE THAT CHANGED THE WORLD*. NY: Macmillan.

Informação Trecar.2014

**ANEXO A: Percentagem dos tempos de paragens descriminados em relação ao tempo total de paragens, entre Janeiro de 2013 e Março de 2014, dados recolhidos do MES-ATA**



## ANEXO B: Exemplo de uma ficha de registo de tempos

Posto estudado: 1			Tempo de análise:		Medição dos tempos	
Nome do Operador:						
N.º	Operação elementar					
1	Cortar espuma					
2	Engate	Cenário 1	soldar			
			colocar fita em algumas zonas			
		Cenário 2	soldadura apenas + fita sinalização			
			soldar			
		Cenário 3	colocar fita em toda a largura			
		Cenário 4	Sem soldadura (fita biadesiva + fita)			
			Escrever "OUTRA" e avisar verbalmente piloto			
	Engajar etiqueta (antes ou depois)					
	regular tensão do acumulador					
3	tirar rolo	tirar rolo vazio	Dar consumo no MESATA			
			tirar rolo			
			arrumar rolo			
		tirar rolo com espuma	Dar consumo no MESATA			
			Ir buscar etiqueta e voltar			
4	colocar rolo	colocar rolo	embalar rolo			
			tirar rolo			
			arrumar rolo			
			TRAZER rolo			
			tirar plástico			
	colocar rolo	colocação no carrossel				
	colocar rolo	medir largura				
	colocar rolo	medir espessura				
5	Limpeza	limpar ferro de soldadura				
6	Ajudar outro posto (apontar tempo, nº posto)					
7	Outra tarefa (anotar o tipo de tarefa)					
8	Tempo Completo (para o acumulador de espuma até arrancar)					

Notas: 1º Colocar em cada célula o tempo e o nº de operários que esteve a ajudar. 2º Anotar se o Engajamento é feito antes ou depois do acumulador estar a func. Anotar SIM/NÃO na parte que diz escrever "OUTRA" e avisar verbalmente. \*momento em que carrega no botão para parar o acumulador até quando carrega no botão para colocar a funcionar.

Posto estudado: 1			Tempo de análise: 3140-0591		Medição dos tempos	
Nome do Operador: 0571-0591						
N.º	Operação elementar		9.º	Func.	10.º	Func.
1	Cortar espuma					
2	Engate	Cenário 1	46,15s		42,75s	
			7,96s		9s	
		Cenário 2				
		Cenário 3				
		Cenário 4				
			Escrever "OUTRA" e avisar verbalmente piloto			
	Engajar etiqueta (antes ou depois)					
	regular tensão do acumulador					
3	tirar rolo	tirar rolo vazio				
			Dar consumo no MESATA			
			tirar rolo			
			arrumar rolo na ZONA A3			
		tirar rolo com espuma				
4	colocar rolo	colocar rolo				
			colocação no carrossel			
			medir largura			
			medir espessura			
			colocar cavalet			
5	Limpeza	limpar ferro de soldadura				
	Outro tipo de limpeza ou arrumação					
6	Ajudar outro posto (apontar tempo, nº posto)					
7	Outra tarefa (anotar nos comentários o tipo de tarefa)					
8	Tempo Completo por Operação*					

Notas: 1º Colocar em cada célula o tempo e o nº de operários que esteve a ajudar. 2º Anotar se o Engajamento é feito antes ou depois do acumulador estar a func. Anotar SIM/NÃO na parte que diz escrever "OUTRA" e avisar verbalmente. \*momento em que carrega no botão para parar o acumulador até quando carrega no botão para colocar a funcionar.

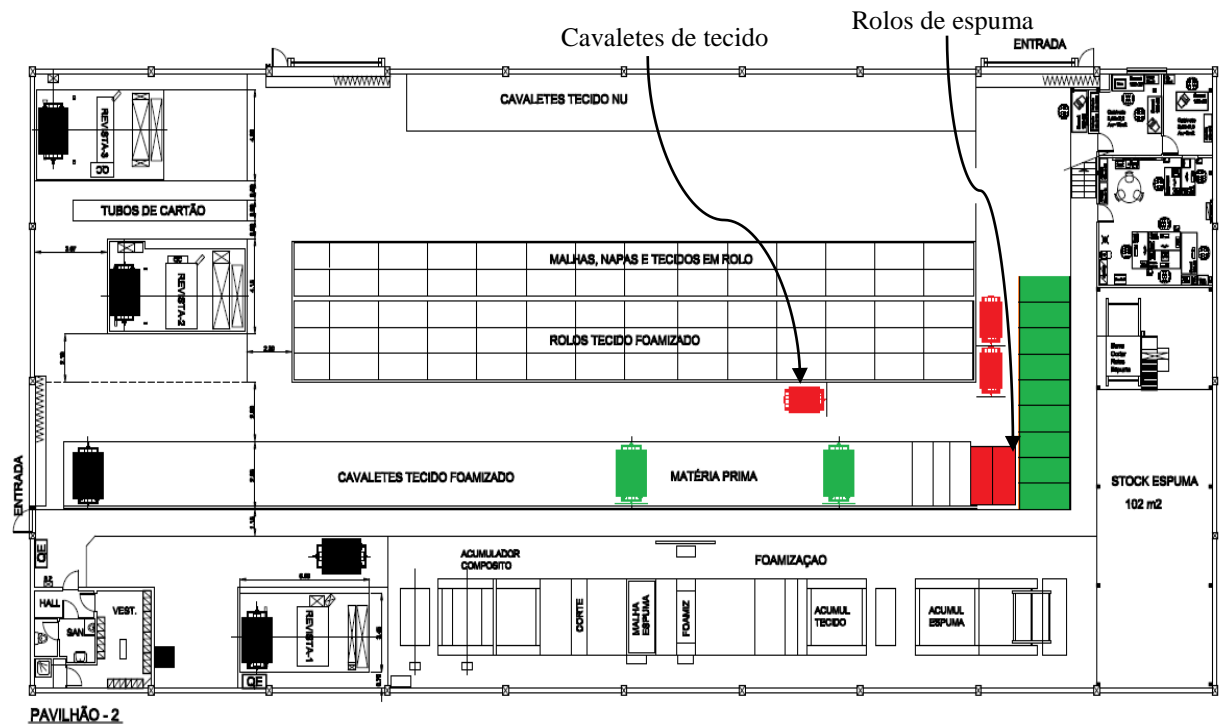
## ANEXO C: Exemplo de uma dase de dados criada para tratamento dos tempos registados

	A	B	C	E	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
	Data	Piloto de máquina	Nº OF	Tempo total (s)	Cortar	obs.	Tirar espuma em excesso	Nº Oper.	Passar espuma por trás no 1º cilindro e entre o 1º e o 2º	Nº Oper.	Fechar cilindros e tirar ponta de espuma	Nº Oper.	galgar cilindros	qts galgou	galga anterior	galga seguinte	α tec=  galga seguinte-galga anterior	
1																		
2	09.04.2014	1	1041872	80				8	2	21,68	2	8,84	1	-	-	3.4/3.4	3.4/3	0
3	09.04.2014	1	1041870	-	4,7	espuma				11	2		1	66	2	3.4/3	3.4/3	0
4	09.04.2014	1	1041864	257										60	2	3.4/3	5/5	1,6
5	09.04.2014	1	1041871	278	3	espuma		14	1	21,13	3	9,85	1	43,85	2	3.6/3	3.2/3.2	0,4
6	09.04.2014	1	1041869	-						26,88	2	8,91	1	95	2	3.2/3.2	3/2.4	0,2
7	10.04.2014	1	1041860	-	8	espuma		14	2	15,25	2		1	55,28	2		1.8/2	-
8	10.04.2014	1	1041860	214	20	corta 3ºcomp. E espuma				20	2	6	1	57,97	2	1.8/2	2/2	0,2
9	10.04.2014	1	1041865	128	10,6	corta 3ºcomp. E espuma				20	2			46	2	2/2	2/2	0
10	10.04.2014	1	1041981	167	10,34	corta 3ºcomp. E espuma		10	2	11,28	2		1	42	2	2/2	2/2	0
11	10.04.2014	1	1041987	121				12,87	2	12,44	2	11	1	46,41	2	2/2		-
12	11.04.2014	1	1041733	188,62				16,59	1					41,62	2	?	?	-
13	11.04.2014	1	1041732	130				11,6	2	12	2	7,62	1	41	2	?	?	-
14	11.04.2014	1	1041877	180				13	1	9	2	6	1	40	2	?	?	-
15	11.04.2014	1	1042039	193				33	2	33,12	2	8,75	1	62	2	?	?	-
16	11.04.2014	1	1042100	168										60	2	?	?	-
17	11.04.2014	1	1041977	151						21,5	3			56,1	2	3.2/3.4	4/5	0,8
18	14.04.2014	2	1042229	-				46	1	19,97	2			100	2	3/3	3/2	0
19	14.04.2014	2	1042186	200	20	corta 3ºcomp. E espuma		29	2	25	2			-	-	3/2	3/2	0
20	14.04.2014	2	1042222	-				42	2	30	2			72	2	3/2	3.2/3	0,2

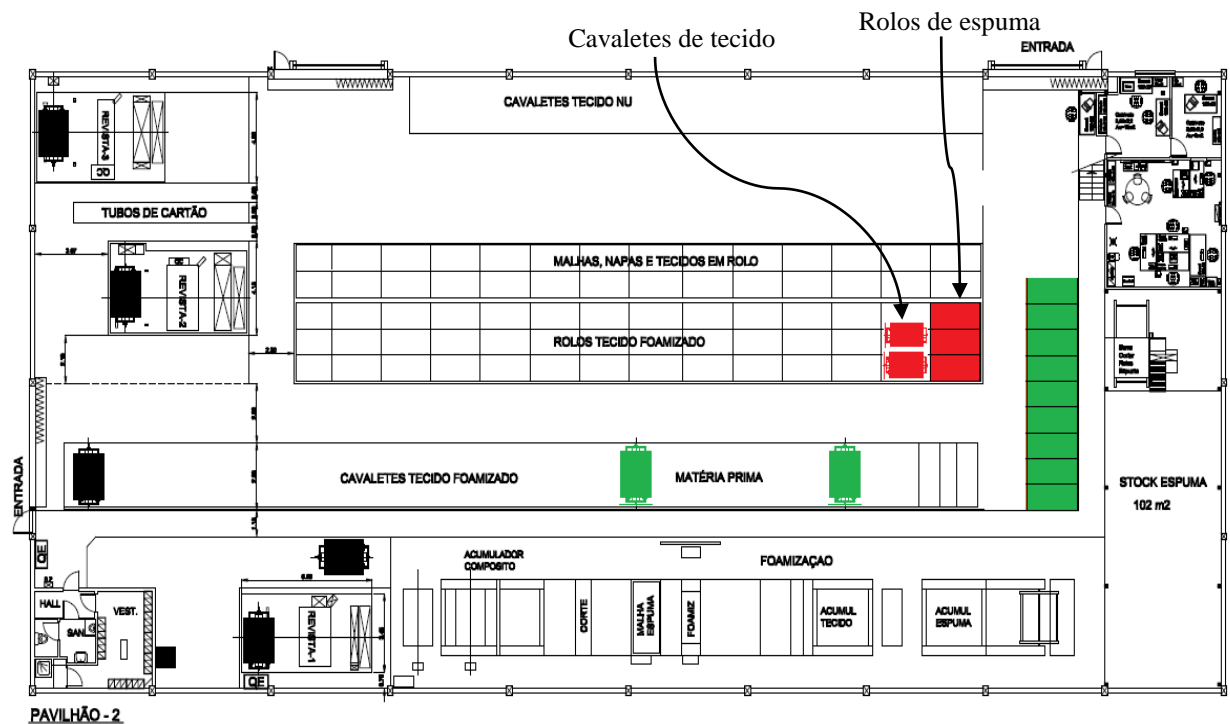
Ficha Operações BD\_Operação A Análise A NO&COSTURA BD\_Operação B Análise B BD\_Operação C ou D ou CD cont.BD Análise C ou D ou CD

## ANEXO D: Identificação das entradas e saídas de matéria-prima ao longo da linha de produção

- Layout antigo



- Novo Layout





## ANEXO E: Parques de rolos e de cavaletes antes e depois da alteração de *layout*

Parques de rolos de espuma: pontas de espuma que não são consumidas e ficam à espera de serem transportadas para armazém

Antes



Depois



Antes



Depois



Parque de cavaletes de tecido: cavaletes de tecido vazios ou com pontas de tecido à espera de serem transportados para armazém

Antes



Depois



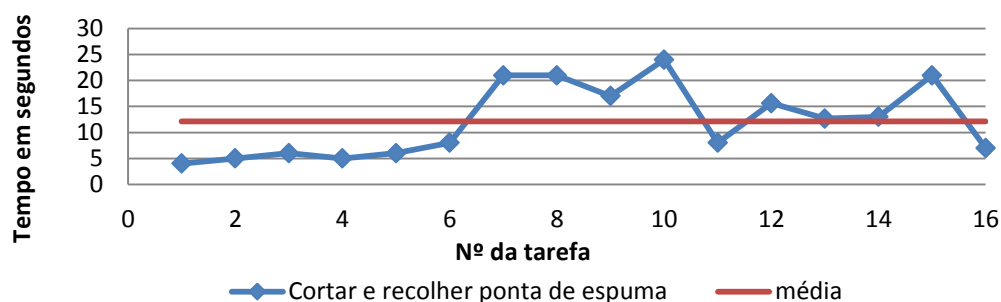


## ANEXO F: Lista de tarefas do posto de alimentação de espuma para tirar tempos

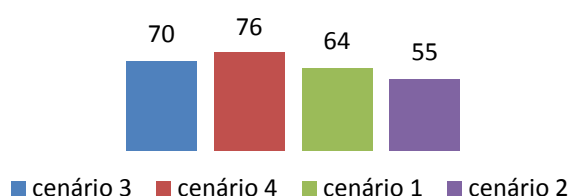
Operações Elementares			Tempo inicial	Tempo final
Cortar e recolher ponta de espuma			Quando pára a máquina e corta	Quando já se encontra cortada a espuma
Unir espumas	Cenário 1	Soldar	Quando agarra na espuma e coloca na zona de soldadura	Quando é retirado o excedente da soldadura ou quando este cai
		Colocar fita em algumas zonas	Quando já tem a fita na mão	Quando larga a espuma
	Cenário 2	Soldadura apenas + fita sinalização	Quando agarra na espuma e coloca na zona de soldadura	Quando coloca a fita de lado para sinalização
		Cenário 3	Soldar	Quando agarra na espuma e coloca na zona de soldadura
	Colocar fita em toda a largura		Quando já tem a fita na mão	Quando larga a espuma
	Cenário 4	Sem soldadura (fita biadesiva + fita biasiva)	Quando já tem a fita na mão	Quando acaba de colocar a segunda fita
		Inserir referência da nova etiqueta no MES-ATA		Quando se encontra em frente ao PC
	Regular tensão do acumulador		Quando se encontra em frente à consola	Quanda acaba de regular a segunda consola
Colocar rolo	Colocar rolo	Zona de <i>picking</i>	Quando já se encontra na zona de <i>picking</i>	Quando volta ao seu posto de trabalho
		Colocação no “carrossel”	Quando empurra o rolo de espuma para a mesa elevatória	Quando rolo já está sem plástico no “carrossel”
		Medir largura e espessura	Quando agarra na fita métrica e dirige-se ao rolo de espuma	Quando acaba de anotar a espessura e a largura no papel
Tirar rolo	Tirar rolo vazio	Inserir quantidade consumida no MES-ATA	Quando já se encontra em frente ao PC	Quando sai do PC
		Tirar rolo vazio	Quando agarra no rolo vazio e tira do ferro	Quando o rolo já está pousado no chão
		Arrumar rolo vazio	No momento em que pega no rolo vazio	No momento em que larga o rolo no contentor devido
	Tirar rolo com espuma	Inserir quantidade consumida no MES-ATA	Quando já se encontra em frente ao PC	Quando sai do PC
		Ir buscar etiqueta e voltar	Quando sai do seu posto de trabalho	Quando está de volta ao seu posto de trabalho com a etiqueta
		Embalar rolo	No momento em que pega no plástico	No momento em que já tem plástico e etiqueta
		Tirar rolo (com ou sem mesa elevatória)	Quando agarra no rolo e tira do “carrossel”	No momento em que o rolo já se encontra no chão
		Arrumar rolo	Quando agarra no rolo e o transporta	Quando larga o rolo na ZONA adequada
Limpeza	Limpar ferro de soldadura		No momento em que começa a limpar	Quando se afasta do ferro
Ajudar outro posto (apontar nº posto e tempo)			Quando sai do seu posto de trabalho	Quando chega ao seu posto de trabalho

## ANEXO G: Análise dos dados recolhidos no posto de alimentação de espuma referentes às únicas paragens que devem ser realizadas com o acumulador parado

- Cortar e recolher ponta de espuma (12 segundos em média)



- Soldar espumas e colocar fita (cenários presentes no anexo B)



- Inserir quantidade consumida e referência da nova etiqueta no MES-ATA

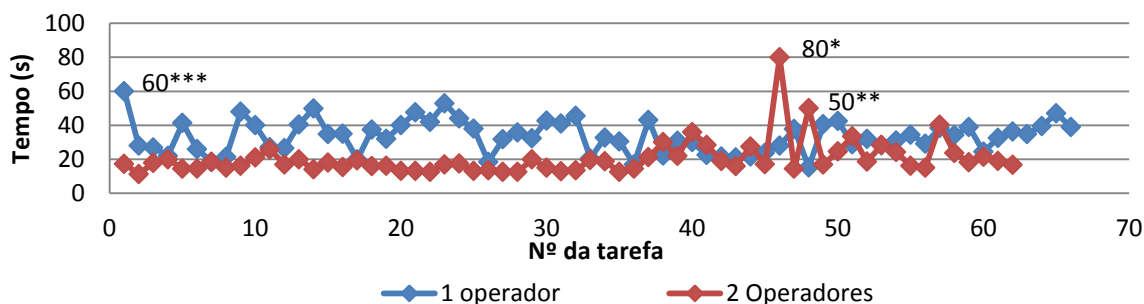
Cenário	Mín	Média	Máx	Nºdados
ESCREVE	6	12,31	20	29
LEITOR	4	9,89	21,65	44
Total	4	11	22	73

## ANEXO H: Lista de tarefas do posto de alimentação de tecido para tirar tempos

Operação elementar			Tempo Inicial	Tempo Final	
Tirar tecido	Tirar suporte vazio	Cenário 1: tirar cavalete vazio ou paleta	Quando agarra no cavalete	Quando larga o cavalete	
		Cenário 2: tirar rolo vazio	Quando agarra no rolo	Quando larga o rolo vazio	
	Tirar suporte com tecido	Cortar tecido e recolher	Quando pára o acumulador	Após já estar cortado e recolhido	
		Embalar rolo (tipo)	Quando pega no plástico	Quando já está embalado	
		Colocar etiqueta	Quando agarra na etiqueta	Quando cola a etiqueta no tecido	
		Cenário 1: tirar cavalete com tecido	Quando agarra no cavalete para o tirar	Quando larga o cavalete na zona estipulada	
		Cenário 2: tirar rolo com tecido	Quando agarra no rolo para o tirar	Quando larga o rolo vazio na zona estipulada	
Colocar tecido	“Tecido de engate”	Trazer “tecido de engate” (anotar se é tecido proveniente do acumulador ou do lado)	Quando pega no “tecido de engate” para o cortar e levar para a zona de corte	Quando já se encontra na zona de corte e pronto a costurar	
	Tirar protecção do tecido	Anotar o tipo de protecção (plástico, película aderente e ou caixa de cartão)	Quando agarra na protecção do tecido e começa a tirar	Quando pára de tirar e deita no lixo	
	Tecido para foamizar	Trazer Cavalete (com rodas ou sem?)	Trazer tecido para foamizar (cavalete = 1 rolo ou 2 rolos)	Quando pega no cavalete de tecido e leva para a zona de costura	Quando já se encontra na zona, pronto a costurar
		Trazer Rolo	Trazer rolo de tecido para foamizar	Quando pega no cavalete de tecido e leva para perto do acumulador	Quando já se encontra junto ao acumulador
			Elevar rolo para a zona de costura	Quando agarra no rolo e o coloca na zona de costura	Quando já se encontra na zona de costura
		Trazer Paleta de rolos	Trazer paleta com os vários rolos para junto do acumulador	Quando pega na paleta de rolos e a transporta para perto do acumulador	Quando já se encontra perto do acumulador
			Elevar rolo para a zona de costura	Quando agarra no rolo e o coloca na zona de costura	Quando já se encontra na zona de costura
		Unir tecidos	Costurar tecido (colocar+costurar)		Quando agarra no tecido e coloca na posição de costura + costura com máquina
Inserir referência da nova etiqueta e quantidade consumida da anterior no MES-ATA			Quando já se encontra em frente ao PC	Quando sai do PC	
Regular tensão do acumulador			Quando se encontra em frente à roda de cores	Quando acaba de regular	
Ajudar outro posto (apontar tempo, nº posto)			Quando sai do seu posto de trabalho e vai ajudar outro	Quando volta ao seu posto de trabalho	

## ANEXO I: Análise dos dados recolhidos no posto de alimentação de tecido referentes às únicas paragens que devem ser realizadas com o acumulador parado

- Colocar matéria na zona de costura



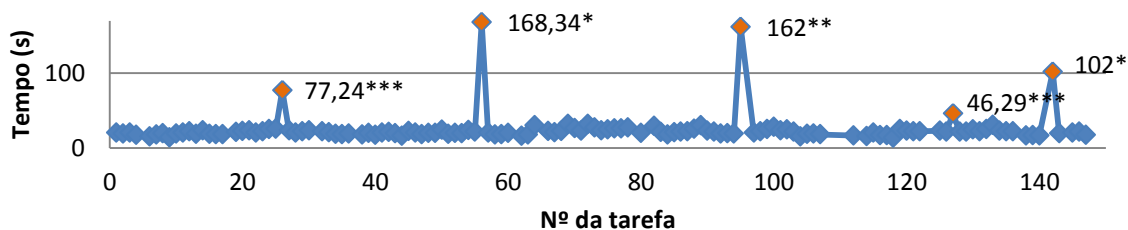
\* PORQUE O TECIDO ESCORREGOU E A PONTA FOI PARA O ACUMULADOR IMPEDINDO A COSTURA.

\*\* IMENSA DIFICULDADE NA COLOCAÇÃO DO TECIDO PARA NÃO FICAR ENVIESADO.

\*\*\* COLOCOU UM EXAGERO DE TECIDO E DEPOIS TEVE QUE AJUSTAR A QUANTIDADE CERTA DE TECIDO.

Nº Operadores	Tempo médio (s)	Nº dados
1	33	66
2	19	61
Geral	27	127

- Costurar tecidos com a máquina (=1 pessoa)



Nº Operadores	Tempo médio (s)	Nº dados
1	21	123

\*Linha de costura sai da agulha devido a folga que existe da linha na máquina.

\*\* Acabou o rolo de linha e teve dificuldade em trocar o rolo (principalmente na colocação da linha na agulha).

\*\*\* Costurar segunda vez porque não estava bem alinhado o tecido na primeira costura.

- Inserir quantidade consumida e referência da nova etiqueta no MES-ATA, funciona da mesma forma que no posto de alimentação de espuma. Demora em média 11 segundos (ver anexo D).

- Tirar suporte com tecido

#### Embalar rolo de tecido

Tipo de embalagem	Nº dados	Tempo médio (s)
PELÍCULA ADERENTE	4	35,70
1 Operador	2	47,50
2 Operadores	2	23,89
PLÁSTICO	1	46,00
1 Operador	1	46,00
Total	5	37,76

#### Colocar etiqueta no rolo de tecido

Nº dados	6
Min	5
Média	11,94
Máx	17

- Tirar suporte vazio

Tirar Suporte Vazio	Nº dados	Média	Mín	Máx
CAVALETE	31	28	15	56
PALETE	3	15	7,37	26,28
Total	34	27	7,37	56

No caso de ser cavalete de tecido vazio a sair e dependendo do tipo de cavalete que se trata, apresentam-se os seguintes tempos de execução da tarefa:

Tirar cavalete vazio	Nº dados	Média
I	25	26
II	3	49
III	3	31
Total	31	28

#### Cenários:

Cenário I- não tira tubo de ferro do cavalete porque trata-se de um caso especial em que necessitaria da empilhadora e também não coloca as laterais do cavalete em baixo;

Cenário II- tira tubo de ferro do cavalete e coloca no contentor definido para estes tubos que são reutilizados pelo grupo. Trata-se de tubos que são abertos em pelo menos um dos lados. Coloca ainda as laterais do cavalete em baixo;

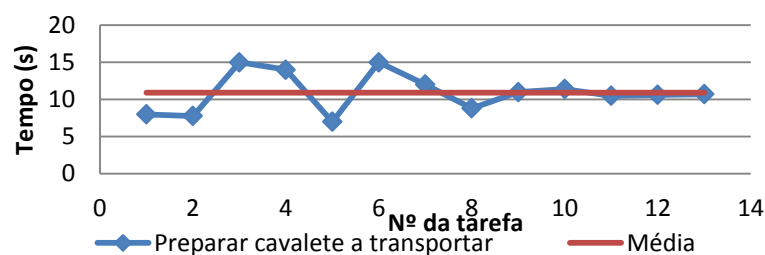
Cenário III- não tira tubo de ferro do cavalete porque este é fechado em ambos os lados, mas coloca as laterais do cavalete em baixo.

- Colocar tecido para *foamizar*

#### Colocar Cavalete

Com rodas ou sem rodas?	Nº Dados	Mín.	Média	Máx.	Desvio Padrão
COM RODAS	15	13,94	24	36,48	5,93
SEM RODAS	13	17,28	32	51,34	8,36
Total	28	13,94	28	51,34	8,16

Para o caso de cavaletes sem rodas é necessário haver uma pré-preparação do cavalete de tecido com um porta-paletes antes de o transportar, esta demora em média 11 segundos.



#### Colocar rolo junto à máquina

##### Caso 1: Trazer rolo

Operador	Mín	Média	Máx	Nº dados
A	5	6	7	3
B	7,97	11	17,5	17
C	11	12	15	4
Total	5	11	17,5	24

##### Caso 1: Elevar rolos isolados para a zona de costura

Nº Operadores	Mín	Média	Máx	Nº dados
1	4	8,18	11,5	9
2	7	7,00	7	1
Total	4	8	11,5	10

##### Caso 2: Trazer palete ou carro de rolos

Mín	Média	Máx	Nº dados
22,16	28	34,47	5

##### Caso 2: Elevar rolo de uma paleta de rolos ou de um carro de rolos

Nº Operadores/Tecido	Mín	Média	Máx	Nº dados
1	7	13	27,56	6
NAPA	7	12	27,56	5
SPA	15,43	15	15,43	1
2	2,69	4	6,56	10
NAPA	3	4	6,56	7
SPA	2,69	4	4	3
Total	2,69	7	27,56	16

**ANEXO J: Lista de tarefas do posto da *foamizadora* para tirar tempos**

Operação A: limpeza simples ou dupla ou troca de fita do 3º cilindro

	Tempo início	Tempo final
<b>Operação A: Limpeza (A1- simples, A2- dupla e/ou A3- trocar fita do 3º cilindro)</b>	<b>Quando pára a máquina ou quando acaba a operação C</b>	<b>Quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação A</b>
Cortar “tecido de engate” & espuma e afastar para limpar os cilindros	Quando já se encontra em frente à <i>foamizadora</i>	Quando acaba de cortar
Tirar aparadeira do queimador (da frente ou de trás)	Quando agarra na aparadeira do queimador	Quando pousa a aparadeira na zona de <i>picking</i> ou em frente à <i>foamizadora</i>
Colocar aparadeira de limpeza	Quando agarra na aparadeira de limpeza	Quando acaba de encaixar a aparadeira no sítio adequado da <i>foamizadora</i>
Buscar espátula (FOCAR SÓ UM OPERADOR)	Quando sai da frente da <i>foamizadora</i>	Quando volta ao sítio para limpar que pode ser: à frente da <i>foamizadora</i> ou atrás
<b>Trocar lâmina da espátula</b>	Quando pousa a espátula e abre a caixa para trocar a lâmina	Quando acaba de apertar os parafusos
<b>Limpar cilindros e queimadores</b>	Quando um dos operadores encosta a lâmina aos cilindros	Quando pousa a "pistola de pressão de ar" no sítio
Tirar aparadeira de limpeza	Quando agarra na aparadeira	Quando pousa a aparadeira na zona de <i>picking</i>
Tirar fita do 3º cilindro	Quando encosta o objeto cortante aos cilindros	Quando já não tem mais fita colada no cilindro
Colocar fita no 3º cilindro	Quando encosta a fita ao cilindro	Quando o cilindro já se encontra totalmente protegido com fita
“Engatar” máquina (unir e costurar tecido engate) **	Quando agarra numa das pontas de tecido e puxa para fazer a união	Quando já se encontra costurado
Colocar aparadeira do queimador	Quando agarra na aparadeira do queimador	Quando pousa a aparadeira na <i>foamizadora</i>

\*\* Há vezes não procedem à costura, efetuam apenas um “nó” nos tecidos

## Operação B: Mudança de Ordem de fabrico (OF)

	Tempo início	Tempo final
<b>Operação B: Mudança de Ordem de fabrico (OF)</b>	<b>Quando terminam as tarefas da operação A ou da operação C ou quando a máquina pára (casos em que não há nenhuma outra operação a ser realizada antes desta)</b>	<b>Quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação</b>
Cortar espuma	Quando agarra na espuma e corta	Quando a espuma já se encontra afastada e pousada em cima da <i>foamizadora</i>
Tirar espuma em excesso	Quando agarra na espuma	Quando a espuma anterior já se encontra separada da nova
Passar espuma por trás do 1º cilindro e entre o 1º e o 2º	Quando agarra na espuma	Quando a espuma já se encontra posicionada
Fechar cilindros e tirar a ponta que sobra da espuma	Quando carrega no botão para fechar os cilindros	Após tirar ponta de espuma para não "abafar o queimador"
<b>Galgagem dos cilindros</b>	Quando agarra na <i>galga</i> e desloca-se para junto dos cilindros	Quando pousa a <i>galga</i> no sítio das <i>galgas</i>
<b>Galgagem dos queimadores</b>	Quando agarra na <i>galga</i> e desloca-se para junto dos queimadores	Quando pousa a <i>galga</i> no sítio das <i>galgas</i>
Inserir parâmetros na consola dos queimadores e cilindros e restantes parâmetros	Quando começa a inserir valores na "consola"	Quando acaba de inserir todos os parâmetros

Operação C: Tirar a 3ª componente da *foamizadora*

	Tempo início	Tempo final
<b>Operação C: Tirar 3º componente (tubo restante ou tubo vazio)</b>	<b>Quando a máquina pára</b>	<b>Quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação</b>
Colocar <u>rolo/caveleto</u> de MP no chão em frente à <i>foamizadora</i>	Quando agarra no rolo	Quando pousa o rolo em frente à <i>foamizadora</i>
<b><u>C1: Tirar rolo de espuma ou malha restante</u></b>		
Cortar e embalar rolo de MP	Quando agarra na MP e corta	Quando acaba de embalar o rolo de MP
Tirar rolo do suporte da <i>foamizadora</i>	Quando agarra no tubo pneumático e no rolo embalado	Quando já se encontra pousado no chão da <i>foamizadora</i>
Tirar tubo pneumático do rolo de MP e pousá-lo	Quando agarra no tubo pneumático	Quando pousa o tubo dentro de outro ou no chão da <i>foamizadora</i> ou na zona de <i>picking</i>
Arrumar rolo restante na zona <i>picking</i>	Quando agarra no rolo embalado	Quando pousa o rolo na zona de <i>picking</i>
<b><u>C2: Tirar tubo de cartão vazio</u></b>		
Tirar tubo pneumático da <i>foamizadora</i> e pousá-lo + tirar tubo de cartão	Quando agarra no tubo pneumático e no tubo de cartão vazio	Quando pousa o tubo dentro de outro ou no chão da <i>foamizadora</i> ou na zona de <i>picking</i> , após tirar o tubo de cartão
Arrumar tubo de cartão na zona <i>picking</i>	Tarefa realizada pelo operador do posto da espuma	



Operação D: Colocar a 3ª componente na *foamizadora*

	Tempo início	Tempo final
<b>Operação D: Colocar 3º componente (espuma ou malha)</b>	<b>Quando acabam todas as operações existentes (último passo)</b>	<b>Quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação</b>
Inserir tubo no rolo de malha/espuma (inclui trazer o tubo pneumático)	Quando agarra no tubo pneumático	Quando o tubo pneumático já se encontra no rolo de MP a entrar (inclui trazer o tubo ou do chão da <i>foamizadora</i> ou da zona de <i>picking</i> )
Colocar rolo de MP no suporte da <i>foamizadora</i>	Quando agarra no tubo pneumático com o rolo de MP a entrar	Quando o tubo já se encontra no suporte com os "ganchos" a prender
Tirar plástico ou película aderente	Quando agarram no plástico/película aderente	Quando o rolo já não tem plástico de proteção ou película aderente
Colocar fita biadesiva	Quando agarra no rolo de fita biadesiva	Quando larga o rolo de fita biadesiva
Color MP na fita biadesiva	Quando agarra na MP e puxa	Quando larga a MP (após colagem)
Colar fita por cima se MP=malha	Quando agarra no rolo de fita biadesiva	Quando larga o rolo de fita biadesiva
Inserir referência da nova etiqueta no MES-ATA	Quando encontra-se em frente ao pc com a etiqueta na mão	Quando larga a etiqueta e sai do pc

Operação E – Cenário 1: Mudança de circuito do tecido atrás da *foamizadora*

	Tempo início	Tempo final
<b>Operação E: Mudar circuito do tecido (E1-Sistema EL, E2-por baixo ou E3-pela rameta)</b>	<b>Se houver uma limpeza dupla esta operação começa</b>	<b>quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação</b>
Cortar tecido e separar	Quando agarra no tecido e corta	Quando acaba de tirar o tecido do circuito anterior
Fazer passar o tecido pelo circuito pretendido	Quando agarra no tecido	Quando o tecido já se encontra no circuito pretendido
Trazer máq.+ Costurar tecido (unir) + arrumar máq.	Quando agarra na máquina/ quando começa a costurar/ quando larga o tecido	Quando já se encontra na zona pronto a costurar/ quando o tecido já está completamente costurado/ quando a máquina já se encontra no sítio adequado e o fio também.
Puxar tecido à frente	Quando carrega no botão para puxar o tecido	Quando larga o botão

Operação E – Cenário 2: Mudança de circuito do tecido à frente da *foamizadora*

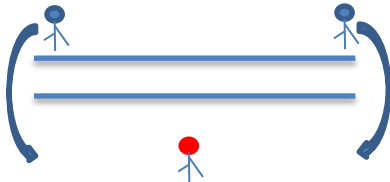
	<b>Tempo início</b>	<b>Tempo final</b>
<b>Operação E: Mudar circuito do tecido (E1-Sistema EL, E2-por baixo ou E3-pela rameta)</b>	<b>Se houver uma limpeza dupla esta operação começa</b>	<b>quando acaba de realizar todas as tarefas que se seguem nesta operação</b>
Cortar tecido e separar	Quando agarra no tecido e corta	Quando acaba de tirar o tecido do circuito anterior
Fazer passar o tecido pelo circuito pretendido	Quando agarra no tecido	Quando o tecido já se encontra no circuito pretendido
Passar tecido entre o 1º e o 2º cilindro e ainda por baixo do 3º cilindro	Quando agarra no tecido e começa a passá-lo pelos cilindros	Quando o tecido já passou entre estes cilindros
Juntar tecido após ter passado pelos cilindros	Quando começa a unir os dois tecidos para depois costurar ou dar “nó”.	Quando já se encontra devidamente unido para se costurar ou dar “nó”.
Trazer máq.+ Costurar tecido (unir) + arrumar máq.	Quando agarra na máquina/ quando começa a costurar/ quando larga o tecido	Quando já se encontra na zona pronto a costurar/ quando o tecido já está completamente costurado/ quando a máquina já se encontra no sítio adequado e o fio também.
Puxar tecido à frente	Quando carrega no botão para puxar o tecido	Quando larga o botão

Outras paragens: Mudar tecido-espuma, mudar espuma ou mudar cavalete

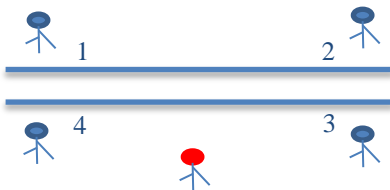
	<b>Tempo início</b>	<b>Tempo final</b>
<b>Outras paragens- <u>Mudar tecido-espuma</u> <u>ou só espuma</u> ou <u>Mudar cavalete</u></b>	<b>Quando pára a máquina</b>	<b>Quando arranca a máquina</b>

## ANEXO K: Cenários para a *galgagem* dos cilindros

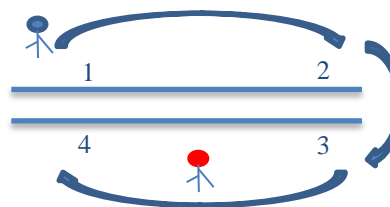
Cenário i



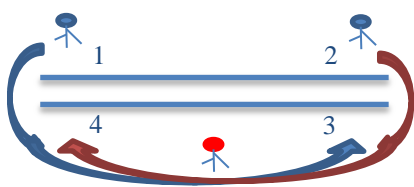
Cenário ii



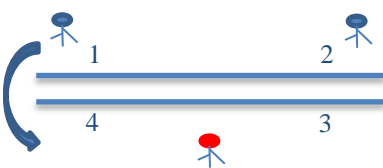
Cenário iii



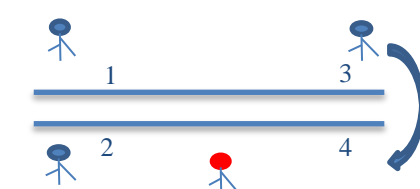
Cenário iv



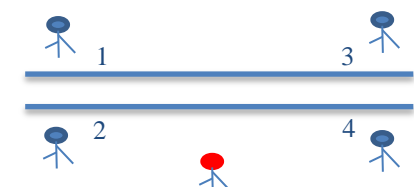
Cenário v



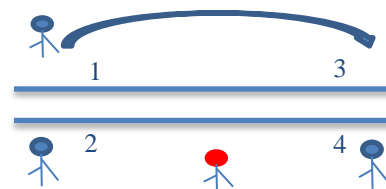
Cenário vi



Cenário viii



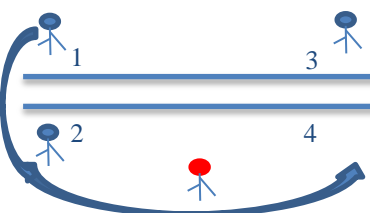
Cenário ix



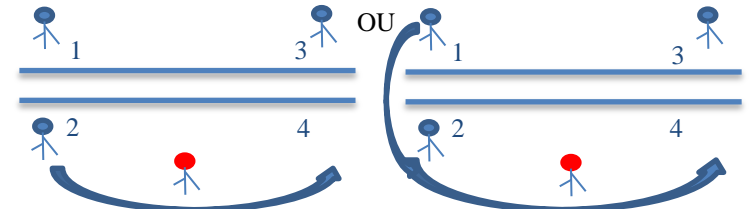
Cenário x



Cenário xi



Cenário vii



## ANEXO L: Instrumento e “volante” de *galgagem* (separação dos cilindros)

- “Volante” de *galgagem*



Separar cilindros  
(cilindro de cima)

Separar queimadores  
(queimador da malha)

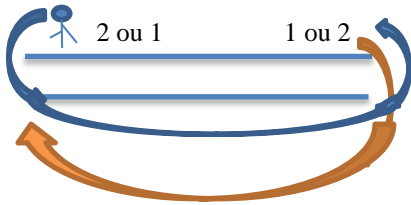
- Instrumento de *galgagem* para verificação da distância a que se encontram os cilindros ou queimadores pelo piloto da máquina



## ANEXO M: Cenários para a *galgagem* dos queimadores

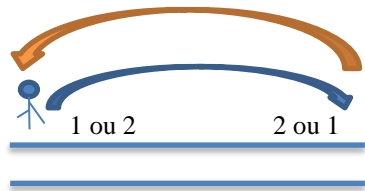
Do lado do tecido: Normalmente quando a MP a ser *foamizada* já chegou à *foamizadora*

Cenário I



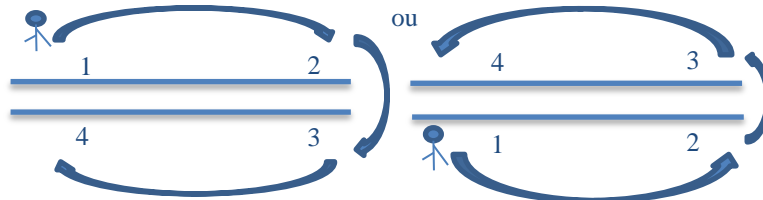
Do lado do tecido: Normalmente quando fazem a limpeza e ainda têm “tecido de engate”

Cenário II



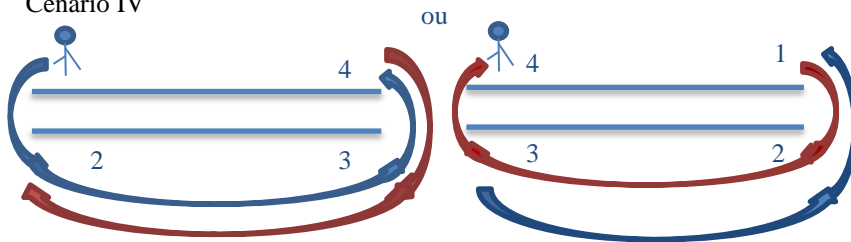
Dos dois lados: Normalmente quando fazem a limpeza e ainda têm “tecido de engate”

Cenário III



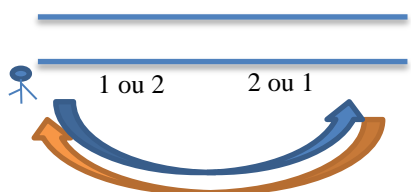
Dos dois lados: Normalmente quando a MP a ser *foamizada* já chegou à *foamizadora*

Cenário IV



Do lado da malha

Cenário V



**ANEXO N: Lista de tarefas do posto de enrolamento para tirar tempos**

Operações Elementares		Tempo inicial	Tempo final
<b>Unir <i>foamizado</i></b>		Quando pára a máquina de enrolamento	Quando o <i>foamizado</i> já está colado no novo cavalete
<b>Regular parâmetros</b>		Quando o operador já se encontra em frente ao regulador de tensão	Termina quando carrega no botão para pôr o acumulador a funcionar
<b>Tirar amostras</b>		Quando carrega no botão e pára o enrolamento	Quando carrega no botão para pôr a funcionar
<b>Analisar amostras</b>	Aderência (dinamómetro)	Quando está em frente ao dinamómetro	Quando aparece o resultado final
	Espessura (lupa)	Quando agarra a lupa	Após apontar os valores a giz nas amostras e sair da zona de análise
	Espessura (medidor de espessura)	Quando sai do seu posto de trabalho	Quando volta ao seu posto de trabalho
<b>Tirar cavalete</b>	Inserir quantidade consumida da referência anterior no MES-ATA e Colar etiqueta no cavalete	Quando está em frente ao PC	Quando acaba de colocar a etiqueta no cavalete
	Levar cavalete para a zona de <i>picking</i>	Quando agarra no cavalete e sai do seu posto de trabalho	Termina quando larga o cavalete
<b>Colocar cavalete</b>	Trazer cavalete da zona de <i>picking</i>	Quando agarra num cavalete vazio	Quando larga o cavalete na zona de enrolamento
	Colar fita biadesiva	Quando pega na fita biadesiva	Quando acaba de colar

## ANEXO O: Tempos das tarefas realizadas com o sistema de enrolamento parado no posto de enrolamento e tarefas críticas

- Tirar amostras

Instrumento de corte	Nº dados	Min	Média (s)	Max
tesoura	2	26	28,5	31
x-acto	10	15	19,2	23
Geral	12	15	21	31

- Unir *foamizado* de um cavalete de *foamizado* cheio para um vazio

Nº dados	Min	Média (s)	Max
12	27	37	53

- Analisar amostras de espessura no especímetro

Nº dados	Min	Média (s)	Max
3	51	60	74

## ANEXO P: Sugestões para aquisição de um equipamento de transporte de MP (tecido) e ganho associado à redução do tempo de paragem de mudança de cavalete

### Porta-paletes manual de tesoura

Orçamento: 680,00 €



### Mesa elavatória

Orçamento: . 2.480,00 €



### Porta-paletes manual

Orçamento: 394,00 €



	Tempo de abertura mensal (minutos)	14700
	Nº de ocorrências de troca de cavalete/mês	57
ANTES	Tempo de operação de mudança de cavalete (segundos)	230
	Peso em relação ao tempo de abertura	1,5%
DEPOIS	Tempo de operação de mudança de cavalete com a proposta sugerida (segundos)	219
	Peso em relação ao tempo de abertura	1,4%
	<b>Ganho total estimado com a redução desta operação</b>	<b>0,1%</b>

AUMENTO DO OEE:

$$OEE \text{ atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$OEE \text{ futuro} = (47\% + 0,1\%) \times 98\% \times 100\% = 46,2\%$$



### ANEXO Q: Ganho estimado com a redução do tempo de paragem para troca da terceira componente

	Tempo de abertura mensal (minutos)	14700
	Nº de ocorrências de troca de 3º componente/mês	184
ANTES	Tempo de operação de troca da 3º componente (segundos)	204
	Peso em relação ao tempo de abertura	4,3%
DEPOIS	Tempo de operação de troca da 3º componente com a proposta sugerida (segundos)	175
	Peso em relação ao tempo de abertura	3,7%
	<b>Ganho total estimado com a redução desta operação</b>	<b>0,6%</b>

#### AUMENTO DO OEE:

$$OEE_{atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$OEE_{futuro} = (47\% + 0,6\%) \times 98\% \times 100\% = 46,6\%$$

Em função de um aumento da capacidade produtiva	
Orçamento	7 500,00 €
tempo ganho em relação ao tempo de abertura	0,6%
velocidade média de <i>foamização</i> (metros/minuto)	27
tempo de abertura mensal (minutos)	14700
aumento da disponibilidade da <i>foamizadora</i> com a redução destas paragens (minutos)	0,891267
aumento da capacidade produtiva mensal (metros)	24
aumento da capacidade produtiva mensal (euros)	241
aumento da capacidade produtiva anual (euros)	2647
amortecimento (anos)	3

**ANEXO R: Esquematização da interface do sistema de controlo de metragem com o MES-ATA**

DADOS MESATA				CONTROLO DA METRAGEM		
Nº OF	Ref.	Factor correção	...	Quantidade do último	Quantidade acumulada	X <sub>VALOR</sub>
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
▲ ▼						
▲ ▼						
▲ ▼						

## **ANEXO S: Sugestões para aquisição de conta-metros**

- Opção 1: Quatro conta-metros que permitam a medição à distância através de um laser

Orçamento: 28 224 €

Preço unitário = 7 056 €

Preço total =  $4 \times 7\,056 \text{ €} = 28\,224 \text{ €}$

- Opção 2: Dois conta-metros por contacto

Orçamento: 286,68 €

Preço unitário = 143,34 €

Preço total =  $2 \times 143,34 \text{ €} = 286,68 \text{ €}$

## ANEXO T1: Ganho de tempo estimado com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma

Ordens de fabrico inferiores a 100 metros tem um peso de 20% das OF/mês.

Nº Ordens Fabrico\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Média
Nº OF <100 m	80	74	87	36	62	68
% Of <100 m	19%	20%	22%	19%	17%	20%

- Paragem para mudança de tecido-espuma

- Número médio de ocorrências desta operação por mês e para ordens de fabrico superiores a 100 metros: 156 vezes
- Tempo médio da operação: 4 minutos e 49 segundos
- Tempo de abertura mensal: 14700 minutos

$$\text{Ganho} = \frac{\text{Nº médio de ocorrências superiores a 100m} \times \text{Tempo médio de operação}}{\text{tempo de abertura mensal}}$$

$$= 5,1\%$$

- Paragem para mudança espuma

- Número médio de ocorrências desta operação por mês e para ordens de fabrico superiores a 100 metros: 39 vezes
- Tempo médio da operação: 4 minutos e 49 segundos
- Tempo de abertura mensal: 14700 minutos

$$\text{Ganho} = \frac{\text{Nº médio de ocorrências superiores a 100 m} \times \text{Tempo médio de operação}}{\text{tempo de abertura mensal}}$$

$$= 1,2\%$$

$$\text{Ganho total} = 1,2 + 5,1 = 6,3\%$$

AUMENTO DO OEE:

	Jan	Fev	Março	Abril	Maio	Média
K. Disponibilidade %	50%	48%	46%	42%	47%	47%
L. Performance %	95%	98%	100%	100%	98%	98%
M. Qualidade %	100%	100%	100%	100%	100%	100%

$$\text{OEE atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$\text{OEE futuro} = (47\% + 6,3\%) \times 98\% \times 100\% = 52,2\%$$

## ANEXO T2: Outros ganhos estimados com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma

<b>Desperdício de espuma (metros/paragem)</b>	2
custo médio da espuma (euros/metro)	1,40 €
custo médio de desperdício de espuma/paragem	2,80 €
Nº médio de paragens/mês para OF'S superiores a 100 metros	193
Custo médio de espuma por mês	540,40 €
Nº de meses de trabalho úteis	11
<b>Custo médio de espuma ao ano</b>	5 944,40 €
<b>Desperdício de <i>foamizado</i> (metros/paragem)</b>	1
custo médio do <i>foamizado</i> (euros/metro)	10,00 €
custo médio do desperdício de <i>foamizado</i> /paragem (euros/paragem)	10,00 €
Nº médio de paragens/mês para paragens deste tipo (superiores a 100 metros)	195
custo médio de <i>foamizado</i> por mês	1 940,00 €
Nº de meses de trabalho úteis	11
<b>Custo médio de <i>foamizado</i> ao ano</b>	21 340,00 €
<b>Ganho total com a redução do desperdício de MP e de <i>foamizado</i> ao ano</b>	27284 €
Ganho associado ao tempo reduzido com estas paragens em relação ao tempo de abertura	6,3%
<b>Ganho em termos de operadores</b>	
Nº operadores disponíveis	12
Nº de operadores que podem ser dispensados	1
custo médio com um operador/mês	1 000,00 €
custo médio com um operador/ano	12 000,00 €
<b>Ganho em termos da capacidade produtiva</b>	
velocidade média de <i>foamização</i> (metros/minuto)	27
tempo de abertura mensal (minutos)	14700
aumento da disponibilidade da <i>foamizadora</i> com a redução destas paragens (minutos)	926,1
aumento da capacidade produtiva mensal (metros)	25004,7
aumento da capacidade produtiva mensal (euros)	250 047,00 €
aumento da capacidade produtiva anual (metros)	275051,7
aumento da capacidade produtiva anual (euros)	2 750 517,00 €
<b>Ganho Total em termos de um aumento da capacidade produtiva e com a redução de desperdício de matérias ao ano</b>	2 777 801,40 €
<b>Ganho Total com a redução de um operador e com a redução de desperdício de matérias (euros/ano)</b>	39 284,40 €

## ANEXO U1: Estudo realizado à quantidade de ordens de fabrico inferiores a 200 metros

Ano	2014				
Nº Ordens Fabrico\Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai
0-50 m	14	21	14	6	19
50-100 m	66	53	73	30	43
100-200 m	134	123	121	56	114
>200 m	198	166	186	94	180
Total	412	363	394	186	356
Nº OF <200 m	214	197	208	92	176
% OF <200 m	52%	54%	53%	49%	49%

Média de OF <200 m/ mês = 177

Mudança de OF	190 (s)
	3 minutos e 10 segundos
Tempo abertura diário	700 (min)
Desperdício de <i>foamizado</i> por cada paragem	1 m
Desperdício de espuma por OF	2 m
Custo médio de <i>foamizado</i> para efeitos de análise/m	10 €
Custo médio de espuma/m	1,4 €

Desperdício	Desperdício material (m)	Desperdício <i>foamizado</i> (euros)
Diário	8 m	84 €
Mensal	177 m	1 774 €
Anual	1951	19 514 €

Desperdício	Desperdício de espuma (m)	Desperdício de espuma (euros)
Diário	17	24 €
Mensal	355	497 €
Anual	3903	5 464 €

Ganho tempo	tempo (s)	tempo (min)	Ganho %
Diário	1605	27	
Mensal	33706	562	3,8%
Anual	370766	6179	

AUMENTO DO OEE:

$$OEE \text{ atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$OEE \text{ futuro} = (47\% + 7,9\%) \times 98\% \times 100\% = 49,8\%$$

## **ANEXO U2: Ganho de tempo estimado com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma para OF superiores a 200 metros**

- Paragem para mudança de tecido-espuma
- Número médio de ocorrências desta operação por mês e para ordens de fabrico superiores a 100 metros: 195 vezes
- Tempo médio da operação: 4 minutos e 49 segundos
- Tempo de abertura mensal: 14700 minutos

$$\text{Ganho} = \frac{N^{\circ} \text{ médio de ocorrências superiores a } 100m \times \text{Tempo médio de operação}}{\text{tempo de abertura mensal}}$$

$$= 6,4\%$$

- Paragem para mudança espuma
- Número médio de ocorrências desta operação por mês e para ordens de fabrico superiores a 100 metros: 48 vezes
- Tempo médio da operação: 4 minutos e 49 segundos
- Tempo de abertura mensal: 14700 minutos

$$\text{Ganho} = \frac{N^{\circ} \text{ médio de ocorrências superiores a } 100 m \times \text{Tempo médio de operação}}{\text{tempo de abertura mensal}}$$

$$= 1,5\%$$

$$\text{Ganho total} = 1,5 + 6,4 = 7,9\%$$

AUMENTO DO OEE:

$$\text{OEE atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$\text{OEE futuro} = (47\% + 7,9\%) \times 98\% \times 100\% = 53,8\%$$

### ANEXO U3: Outros ganhos estimados com a eliminação das paragens de mudança de tecido-espuma ou só de espuma para OF superiores a 200 metros

<b>Desperdício de espuma (metros/paragem)</b>	2
custo médio da espuma (euros/metro)	1,40 €
custo médio de desperdício de espuma/paragem	2,80 €
Nº médio de paragens/mês para OF'S superiores a 100 metros	242,00 €
Custo médio de espuma por mês	677,60 €
Nº de meses de trabalho úteis	11,00 €
 Custo médio de espuma ao ano	 7 453,60 €
<b>Desperdício de <i>foamizado</i> (metros/paragem)</b>	1
custo médio do <i>foamizado</i> (euros/metro)	10
custo médio do desperdício de <i>foamizado</i> /paragem (euros/paragem)	10
Nº médio de paragens/mês para paragens deste tipo	243
custo médio de <i>foamizado</i> por mês	2430
Nº de meses de trabalho úteis	11
 Custo médio de <i>foamizado</i> ao ano	 26730
 <b>Ganho total com a redução do desperdício de MP e de <i>foamizado</i> ao ano</b>	 34 183,60 €
 Ganho associado ao tempo reduzido com estas paragens em relação ao tempo de abertura	 7,9%
<b>Ganho em termos de operadores</b>	
Nº operadores disponíveis	12
Nº de operadores que podem ser dispensados	1
custo médio com um operador/mês	1 000,00 €
custo médio com um operador/ano	12 000,00 €
<b>Ganho em termos da capacidade produtiva</b>	
velocidade média de <i>foamização</i> (metros/minuto)	27
tempo de abertura mensal (minutos)	14700
aumento da disponibilidade da <i>foamizadora</i> com a redução destas paragens (minutos)	1161,3
aumento da capacidade produtiva mensal (metros)	31355,1
aumento da capacidade produtiva mensal (euros)	313 551,00 €
aumento da capacidade produtiva anual (metros)	344906,1
aumento da capacidade produtiva anual (euros)	3 449 061,00 €
 <b>Ganho Total em termos de um aumento da capacidade produtiva e da redução de desperdício de matérias ao ano</b>	 3 483 244,60 €
 <b>Ganho Total com a redução de um operador e com a redução de desperdício de matérias (euros/ano)</b>	 46 183,60 €



## ANEXO V: Criação de um quadro de espátulas para a tarefa de troca de lâminas

### Significado das cores:

Amarelo: espátulas em uso

Vermelho: espátulas em mau estado

Verde: espátulas em bom estado

### Dados:

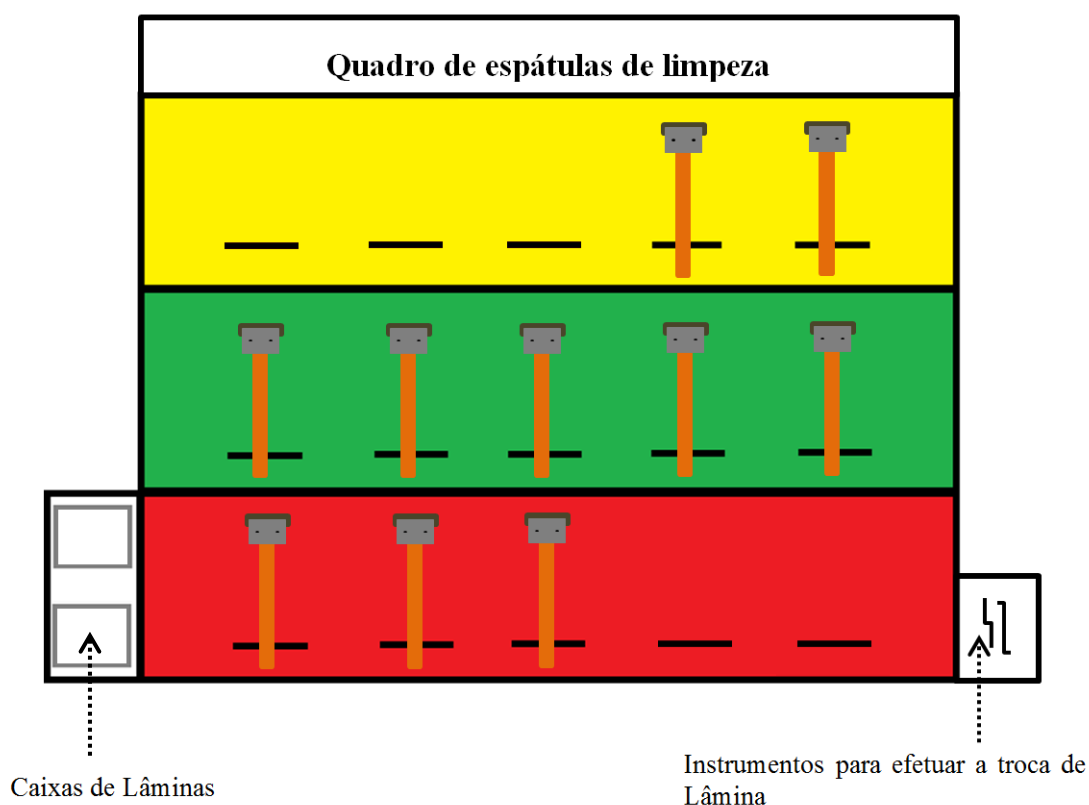
1 caixa de lâminas possui 100 lâminas

Número médio de operadores que trocam de lâmina por cada limpeza: 3

Número médio de vezes que em média cada 3 operadores trocam de lâmina por dia: 3

Número médio de lâminas consumidas por dia: 9

Desta forma o prazo para dar por consumida uma caixa de lâminas é de 11 dias.



## ANEXO W: Tempos de limpeza da espátula em contacto com os cilindros e respetivos ganhos

Pressão de ar: limpeza dupla	
Nº dados	3
Tempo médio (s)	64
Pressão de ar: limpeza simples	
Nº dados	3
Tempo médio (s)	29

Tempo de limpeza dos cilindros e queimadores	
Tempo de limpeza dupla (min)	9,03
Tempo de limpeza simples (min)	3,25

<u>Tempo de limpeza das espátulas em contacto com os cilindros</u>		
Antes	Tempo de limpeza dupla (min)	7,96
	Tempo de limpeza simples (min)	2,76
	redução de 40% à limpeza dupla	3,18
	redução de 40% à limpeza simples	1,10
<u>Tempo de limpeza das espátulas em contacto com os cilindros</u>		
Depois	Tempo de limpeza dupla (min)	4,77
	Tempo de limpeza simples (min)	1,65
	Tempo de abertura mensal	14700
	Nº de ocorrências de uma limpeza dupla/mês	6
	Nº de ocorrências de uma limpeza simples/mês	48
<u>Peso em relação ao tempo de abertura mensal</u>		
Antes	Limpeza dupla	3,17%
	Limpeza simples	0,32%
	Total	3,17%
<u>Peso em relação ao tempo de abertura mensal</u>		
Depois	Limpeza dupla	1,90%
	Limpeza simples	0,19%
	Total	2,09%
<b>Ganho total estimado com a redução do tempo de limpeza</b>		<b>1,4%</b>

AUMENTO DO OEE:

$$OEE_{atual} = 47\% \times 98\% \times 100\% = 46,1\%$$

$$OEE_{futuro} = (47\% + 1,4\%) \times 98\% \times 100\% = 47,4\%$$

## ANEXO X: Medidor de espessura adquirido

Medidor de espessuras

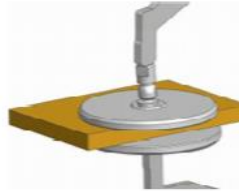
Visor: digital

Gama de medida: 0-30mm

Resolução: 0,02mm

Profundidade máx.: 116mm

Contato: plano Ø 50 mm



Preço ..... 422,00€ + IVA

**Preço (-10% desconto) ..... 379,80€ + IVA**

# ANEXO Y1: Exemplo de um ficha de *Standardized Work* criada para a linha de *foamização* do posto da *foamizadora*

trêves		STANDARDIZED WORK CHART - ATA					ATA-CP10-3-1-1d1f	
Product:		All Laminated Products		From step	to	to	Document Ref.	
Process:		Lamination		Method	Line:	Flame Lamination	Date: 27/02/2014	
				≥1 Operator/Machine	1f		Revision: 0	
Nr°	Task	Time	Meters	Operator				
1	TIRAR ROLO DE MP RESTANTE	47"	-	1 2 3 4 5				
1a	Cortar e embalar rolo de MP	27"	± 2m					
1b	Tirar rolo de MP do suporte da foamizadora	12"	± 1.5m					
1c	Tirar tubo pneumático do rolo de MP	-	- ± 3m					
A	e pousá-lo no chão da foamizadora	9"	-					
B	e pousá-lo na zona de picking	15"	± 3m					
1d	Arrumar rolo de MP restante	8"	± 3m					
1e	Dar consumo no MES-ATA	11"	-					
1f	Colocar etiqueta no rolo de MP restante	16"	± 3.5m					
2	TIRAR TUDO DE CARTÃO VAZIO	1' 9"	-					
2a	Tirar ponta de MP (se 3° componente=malha)	14"	-					
2b	Tirar tubo de cartão do suporte da foamizadora	-	-					
C	e pousá-lo noutro	16"	± 1m					
D	e pousá-lo na zona de picking	20"	± 4m					
2c	Arrumar tubo de cartão	26"	± 15m					
3	COLOCAR 3° COMPONENTE	16"	-					
3a	Colocar rolo de MP no chão da foamizadora	11"	± 2m					
3b	Inserir tubo pneumático no rolo de MP	-	- ± 3m					
E	trás do chão da foamizadora	8"	-					
F	trás da zona de picking	14"	± 3m					
3c	Colocar rolo de MP no suporte da foamizadora	10"	± 1m					
3d	Tirar plástico ou película aderente	13"	-					
3e	Juntar componentes	-	-					
G	Colocar 1 vez fita biadesiva e colar MP	35"	-					
H	Colocar 2 vezes fita biadesiva e colar MP	53"	-					
I	colocar 3 vezes fita biadesiva e colar MP	62"	-					
4	Inserir etiqueta no MESATA	11"	-					

Name		Signature		Name		Signature	
Carina Marques							
WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN	
Name:		Name:		Name:		Name:	
SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
PRODUCTION MANAGER		QUALITY MANAGER		OPERATOR			

**Comentários:**  
 Realiza apenas uma das tarefas identificadas pelo n°1 e n°2  
 Tarefa n°1c: realiza apenas uma das duas tarefas identificadas por A e B  
 Tarefa n°2a: ocorre ocasionalmente, para o caso das malhas em que por vezes sobra uma ponta que não é consumida  
 Tarefa n°2b: realiza apenas uma das duas tarefas identificadas por C e D  
 Tarefa n°2c: realiza apenas uma das duas tarefas identificadas por E e F  
 Tarefa n°3e: realiza apenas uma das duas tarefas identificadas por G, H e I (G- quando a 3ª componente é espuma, H e I- quando a 3ª componente é malha, para malhas muito finas tem que realizar a tarefa I em vez da H)

ANEXO Y2: Exemplo de um ficha de *Standardized Work* criada para a linha de *foamização* do posto de enrolamento

trêves			STANDARDIZED WORK CHART - ATA																	
Product:			All Laminated Products		From step		to		ATA-OP10-5-58		Document Ref.									
Process:			Winding		Method		Line:		OPERATOR X		Date: 27/09/2014									
					1 Operator/Machine		Flame Lamination		Revision:		0									
Nrº	Task	Time	Meters	Operator					ENROLAMENTO	ACUMULADOR DE COMPÓSITO	CORTE-OURÉQUAS	PC	PC	ZONA DE PASSAGEM	TUBOS CARTÃO	SAÍDA MP	SAÍDA MP	SAÍDA MP	ARMAZÉM	
				1	2	3	4	5												
1	UNIR COMPÓSITO AO CAVALETE	37"	± 4m																	
	Parar o enrolamento do compósito	-	-																	
	Cortar compósito e prender	-	-																	
	Colocar compósito noutro cavalete	-	-																	
	Iniciar o enrolamento do compósito	-	-																	
2	REGULAR TENSÃO DE ENROLAMENTO	11"	± 1,5m																	
3	TIRAR AMOSTRAS	21"	± 4m																	
	Parar o enrolamento do compósito	-	-																	
	Tirar 3 amostras	-	-																	
	Iniciar o enrolamento do compósito	-	-																	
4	VALIDAR PARÂMETROS	-	-																	
4a	MEDIR ESPESURA À LUPA + DESCOLAR	39"	± 2m																	
4b	MEDIR ADERÊNCIA (DINAMÔMETRO)	1º 19"	± 3m																	
4c	MEDIR ESPESURA NO ESPECIMETRO	1º	± 32m																	
5	GERAR ETIQUETA E COLAR NO CAVALETE	36"	± 0,5m																	
6	TIRAR CAVALETE	36"	> 6m																	
7	TRAZER CAVALETE	27"	> 6m																	
8	COLAR FITA BIADESIVA	14"	± 4m																	
Name:			Signature		Name:		Signature		Name:		Signature		Name:		Signature		Name:		Signature	
Carina Marques			WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN		WRITTEN	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:		Name:	
			SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE		SIGNATURE	
			Name:		Name:		Name:		Name:		Name:</									